



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA
COMPUTACIÓN**

**CARRERA DE INGENIERÍA EN SISTEMAS E
INFORMÁTICA**

**TESIS PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERA EN SISTEMAS E INFORMÁTICA**

**TEMA: IMPLEMENTACIÓN DE UN SOFTWARE EDUCATIVO
UTILIZANDO TÉCNICAS DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL,
REALIDAD VIRTUAL Y REALIDAD AUMENTADA PARA EL
CUARTO AÑO DE EDUCACIÓN GENERAL BÁSICA DE LA
UNIDAD EDUCATIVA SAINT DOMINIC**

AUTOR: ARCOS OBANDO, CLAUDIA ELIZABETH

DIRECTOR: ING. FUERTES, WALTER, PHD

CODIRECTOR: ING. ZAMBRANO, MARGARITA

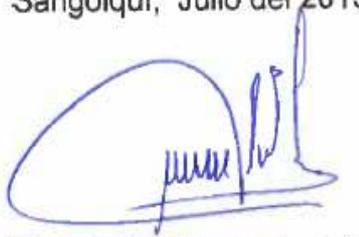
SANGOLQUÍ

JULIO - 2015

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo, fue realizado en su totalidad por la Srta. CLAUDIA ELIZABETH ARCOS OBANDO como requerimiento parcial a la obtención del Título de **INGENIERA EN SISTEMAS E INFORMÁTICA**, bajo nuestra supervisión.

Sangolquí, Julio del 2015



Ing. Walter Fuertes, PHD
DIRECTOR



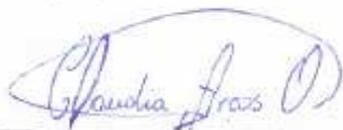
Ing. Margarita Zambrano
CODIRECTOR

AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD

Yo, Claudia Elizabeth Arcos Obando, declaro que el presente trabajo es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación personal y que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Universidad de las Fuerzas Armadas (ESPE), puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su reglamento y por la normatividad institucional vigente.

Sangolquí, Julio del 2015



Claudia Elizabeth Arcos Obando

AUTORIZACIÓN

Yo, Claudia Elizabeth Arcos Obando, autorizo a la UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS (ESPE) la publicación en la Biblioteca Virtual de la Institución, el trabajo titulado "IMPLEMENTACIÓN DE UN SOFTWARE EDUCATIVO UTILIZANDO TÉCNICAS DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL, REALIDAD VIRTUAL Y REALIDAD AUMENTADA PARA EL CUARTO AÑO DE EDUCACIÓN GENERAL BÁSICA DE LA UNIDAD EDUCATIVA SAINT DOMINIC", cuyo contenido, ideas y criterios es de mi exclusiva responsabilidad y autoría.

Sangolquí, Julio 2015



Claudia Elizabeth Arcos Obando

DEDICATORIA

Con inefable amor aquella dulce niña de sonrisa tímida y encantadora, mi ángel del cielo Yesennia Cristina Arcos Obando, por protegerme e iluminar mi camino.

A una persona extraordinaria Claudio Arcos Román, que con su inigualable don de gente, me brindó su ejemplo de amabilidad, carisma y el verdadero significado de ser un gran ser humano.

A los mejores amigos, maestros de mi vida Gloria Obando y Claudio Arcos por brindarme su amor incondicional y enseñarme que con voluntad, responsabilidad y perseverancia se hacen realidad nuestros sueños.

A mi pequeña e inquieta niña, amiga inseparable de mis alegrías y tristezas Diana Alexandra Arcos Obando.

Claudia

AGRADECIMIENTO

No hubiese logrado culminar la presente tesis, llena de esfuerzo, sacrificio y perseverancia, sin la ayuda de mi Dios. Gracias por permitirme llegar a esta instancia del camino y jamás soltarme tu mano.

Una imperecedera gratitud aquellas personas que compartieron desvelos, tristezas y alegrías por cada logro en mi vida. Mis queridos padres Gloria Obando, Claudio Arcos y mis traviesas y dulces hermanas Yesennia y Diana.

A mi Director de tesis Ing. Walter Fuertes, Codirectora Ing. Margarita Zambrano, Informante Ing. Mónica Gómez porque ha sido un gran privilegio contar con sus conocimientos, experiencia, paciencia y motivación, los cuales han contribuido para que pueda terminar mis estudios con éxito.

Gracias al personal del Departamento de Ciencias de la Computación de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, especialmente al Ing. Mauricio Campaña por brindarme la facilidad de desarrollar este proyecto y colaborar hasta el momento de su culminación.

Son tantas las personas que han formado parte de mi vida profesional y me encantaría agradecer a cada una de ellas. De manera especial a Andrés Bustamante, Paúl Álvarez por su valiosa amistad, consejos, ánimo y apoyo incondicional.

Claudia

ÍNDICE DE CONTENIDO

CERTIFICACIÓN	ii
AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD	iii
AUTORIZACIÓN	iv
DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTO	vi
ÍNDICE DE TABLAS	xi
ÍNDICE DE FIGURAS	xii
RESUMEN	xv
ABSTRACT	xvi
CAPÍTULO 1	1
GENERALIDADES.....	1
1. Introducción	1
1.2 Planteamiento del Problema	2
1.3 Hipótesis	2
1.3 Antecedentes	2
1.4 Justificación e Importancia	3
1.5 Objetivos	4
1.5.1 Objetivo General.....	4
1.5.2 Objetivos Específicos	4
1.6 Alcance	4
1.7 Metodología	5
1.8 Herramientas.....	6
CAPÍTULO 2	7
MARCO TEÓRICO	7
2.1 Ingeniería de Software	7

2.2	Metodología OOHDM (Diseño de Hipermedia Orientado a Objetos).....	8
2.2.1	Historia	8
2.2.2	Definición	9
2.2.3	Características.....	9
2.2.4	Etapas	9
2.2.5	¿Por qué utilizar la metodología OOHDM en el desarrollo de una aplicación móvil?.....	11
2.3	Inteligencia Artificial (IA).....	11
2.3.1	Definición	11
2.3.2	Técnicas Heurísticas	13
2.3.3	Redes Neuronales Artificiales (RNAs)	13
2.3.4	Inteligencia Artificial en Sistemas Educativos.....	14
2.3.5	¿Por qué utilizar Técnicas de Inteligencia Artificial?.....	14
2.4	Realidad Virtual y Realidad Aumentada.....	15
2.4.1	Realidad Virtual (RV).-	15
2.4.2	Realidad Aumentada (RA).-.....	15
2.5	Tres Dimensiones (3D)	24
2.5.1	Gráficos en 3D.....	24
2.6	Aplicaciones Móviles	25
2.6.1	Hardware	25
2.6.1.2	Gafas de Realidad Aumentada.....	27
2.6.2	Software	28
2.6.2.1	Sistemas Operativos.....	28
2.6.2.2	Software Development Kit (SDK)	30
2.6.2.3	Unity (Game Engine)	34

CAPÍTULO 3	36
ANÁLISIS Y DISEÑO DE LA APLICACIÓN.....	36
3.1 Especificación de Requisitos de Software.....	36
3.1.1 Introducción	36
3.1.1.1 Propósito	36
3.1.1.2 Alcance.....	36
3.1.1.3 Definiciones, Acrónimos y Abreviaturas.....	37
3.1.1.4 Referencias.....	41
3.1.1.5 Visión General de ERS	41
3.1.2 Descripción General	41
3.1.2.1 Perspectiva del Producto	41
Interfaces Externas.....	42
3.1.2.2 Características de Usuario.....	43
3.1.2.3 Restricciones	43
3.1.2.4 Suposiciones y Dependencias	43
3.1.3 Requisitos	44
3.1.3.1 Funciones	44
3.1.3.2 Especificación de Casos de Uso	44
3.1.3.4 Requisitos de Rendimiento	50
3.1.3.5 Requisitos Futuros	50
3.2 Diseño Conceptual.....	51
CAPÍTULO 4	59
IMPLEMENTACIÓN Y PRUEBAS DE LA APLICACIÓN	59
4.1 Unity 3D Game Engine.....	59
4.1.1 Instalación Unity 3D.....	59
4.1.2 Implementación del Proyecto.....	60

4.1.3	Configuración de la Plataforma.....	61
4.1.4	Instalación del SDK de Android	62
4.1.5	Interfaz de Usuario	63
4.1.6	Creación de Escenas.....	65
4.1.6.1	Escena Menú Principal	65
4.1.7	Modelos 3D en Unity	73
4.2	Creación de Imágenes (Targets).....	74
4.3	SDK Vuforia.....	75
4.4	Diseño del Paquete de Íconos.....	78
4.5	Técnicas de Inteligencia Artificial.....	81
4.6	Pruebas de la Aplicación	82
4.6.1	Prueba de Contenido.....	83
4.6.2	Prueba de la Interfaz del Usuario	83
4.6.3	Prueba de Navegación	84
4.6.4	Prueba de Componentes.....	85
4.6.4.1	Prueba de Configuración	85
4.6.4.2	Prueba de Desempeño	85
4.6.4.3	Prueba de Seguridad	85
4.7	Evaluación de Resultados	85
CAPÍTULO 5	91
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	91
5.1	Conclusiones.....	91
5.2	Recomendaciones.....	92
REFERENCIAS	93
HOJA DE LEGALIZACIÓN DE FIRMAS	97

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Etapas de la Metodología OOHDM.....	10
Tabla 2 Definiciones de Inteligencia Artificial.....	12
Tabla 3 Funcionamiento de la Realidad Aumentada	17
Tabla 4 Fabricantes de Dispositivos Móviles	26
Tabla 5 Fabricantes de Gafas de Realidad Aumentada.....	27
Tabla 6 SO para Aplicaciones de Dispositivos Móviles.....	29
Tabla 7 Definiciones.....	38
Tabla 8 Acrónimos	40
Tabla 9 Abreviaturas.....	40
Tabla 10 Detalle de Actores.....	45
Tabla 11 Detalle de Casos de Uso	45
Tabla 12 Nodo Menú Principal.....	56
Tabla 13 Nodo Instrucciones	56
Tabla 14 Nodo Biblioteca Interactiva	57
Tabla 15 Nodo Información Sistema Solar.....	57
Tabla 16 Nodo Evaluación.....	57
Tabla 17 Prueba de Contenido	83
Tabla 18 Prueba de Interfaz de Usuario	83
Tabla 19 Prueba de Navegación.....	84
Tabla 20 Objetivo de la Evaluación.....	87
Tabla 21 Puntaje Pre Prueba Escrita y Post Prueba Software	88
Tabla 22 Respuestas Incorrectas en Niveles Aprendizaje	89

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Fases de la Metodología OOHDm	5
Figura 2. Estratos de la Ingeniería de Software	7
Figura 3. Realidad Aumentada	15
Figura 4. RA en Marketing Prendas de Vestir.....	18
Figura 5. RA en Marketing Juegos.....	19
Figura 6. RA en Turismo	20
Figura 7. RA en Medicina.....	20
Figura 8. RA en Entretenimiento	21
Figura 9. Tecnología a lo Iron Man (Microsoft)	21
Figura 10. RA en Educación MagicBook.....	22
Figura 11. RA en Educación ZooBurst.....	22
Figura 12. Sistemas Operativos Móviles en el Mercado	30
Figura 13. IOS SDK	30
Figura 14. Android SDK	31
Figura 15. Vuuforia SDK	32
Figura 16. Arquitectura de Vuuforia SDK.....	33
Figura 17. Unity.....	34
Figura 18. Entorno de Desarrollo Unity	35
Figura 19. Diagrama Casos de Uso ““Real Space””	44
Figura 20: Diagrama de Secuencia del Caso Uso RS_01	51
Figura 21: Diagrama de Secuencia del Caso Uso RS_02	52
Figura 22: Diagrama de Secuencia del Caso Uso RS_03	52
Figura 23: Diagrama de Secuencia del Caso Uso RS_04	53
Figura 24: Diagrama de Clases	54
Figura 25: Diseño Navegacional	55
Figura 26: Arquitectura del Sistema	58
Figura 27: Licencias de Unity	59
Figura 28: Activación Unity	60
Figura 29: Ícono de Carga Paquete Unity	60
Figura 30: Ventana Creación Proyecto Unity	61

Figura 31: Ventana de Selección de Plataforma del Proyecto	61
Figura 32: Instalación Paquetes SDK Android	62
Figura 33: Configuración Herramientas Externas Unity	63
Figura 34: Interfaz de Usuario Unity.....	63
Figura 35: Ventana Guardar Escenas Unity.....	65
Figura 36: Escena Menú Principal “Real Space”	66
Figura 37: Construcción de Escena Menú Principal “Real Space”	66
Figura 38: Escena Auxiliar Carga “Real Space”	67
Figura 39: Escena Guíate “Real Space”	67
Figura 40: Construcción de Escena Guíate “Real Space”	68
Figura 41: Escena Biblioteca Interactiva “Real Space”	69
Figura 42: Construcción de Escena Biblioteca Interactiva “RS”	69
Figura 43: Escena InfoPlanet “Real Space”	70
Figura 44: Construcción de Escena InfoPlanet “Real Space”	71
Figura 45: Escena Evalúate “Real Space”	71
Figura 46: Construcción de Escena Evalúate “Real Space”	72
Figura 47: Puntaje de la Escena Evalúate “Real Space”	72
Figura 48: Creación del Modelo del Planeta	73
Figura 49: Creación del Material del Planeta	73
Figura 50: Modelo 3D del Planeta.....	74
Figura 51: Configuración de Tamaño de Imagen.....	74
Figura 52: Diseño de la Imagen del Planeta	75
Figura 53: Ventana Inicio Sesión Vuforia	76
Figura 54: Acuerdo de Desarrollador Vuforia.....	76
Figura 55: Añadir Base de Datos Vuforia.....	76
Figura 56: Añadir Targets Vuforia	77
Figura 57: Patrones de Identificación del Target.....	77
Figura 58: Ventana de Descarga Base de Datos Vuforia.....	78
Figura 59: Importación en Unity de Base de Datos Vuforia	78
Figura 60: Diseño del Ícono de Audio	79
Figura 61: Ícono de Audio	79
Figura 62: Sprite de Íconos de la Aplicación	80

Figura 63: Configuración de Sprite en Unity	80
Figura 64: Proceso de Prueba	82
Figura 65: Planificación del Proceso de Aprendizaje y Evaluación.....	86
Figura 66: Comparación Puntaje Software	88
Figura 67: Comparación Niveles Aprendizaje	89

RESUMEN

El presente proyecto tiene como objetivo crear un ambiente lúdico, interactivo y colaborativo que se relacione con las habilidades intelectuales que los niños adquieren como señalan Vygotsky y Bruner. Para llevar a cabo se diseñó y se desarrolló un sistema experto, que contenga el tutorial, el contenido, el proceso para la enseñanza / aprendizaje, utilizando 3D con Realidad Virtual y Realidad Aumentada para enlazar el mundo digital con el mundo real. En este proyecto también se ha implementado la evaluación del contenido, basándose en el Dominio Cognitivo de Bloom y técnicas heurísticas de Inteligencia Artificial que ayuda a convertir teorías en programas que solucionan problemas del mundo real. Los resultados muestran la funcionalidad de la solución que fue evaluada por una muestra estratificada de niños del Cuarto año de Educación General Básica. El resto del trabajo de tesis, ha sido organizado de la siguiente manera: en el Capítulo 1 se describe las generalidades del proyecto, Capítulo 2 el marco teórico referencial que fundamenta esta investigación, Capítulo 3 se detalla patrones de diseño y la arquitectura del software implementado, Capítulo 4 se presenta los resultados experimentales, Capítulo 5 conclusiones y recomendaciones.

Palabras Clave:

SOFTWARE EDUCATIVO

REALIDAD AUMENTADA

REALIDAD VIRTUAL

INTELIGENCIA ARTIFICIAL

OOHDM

ABSTRACT

This article is designed to create a ludic environment, interactive and collaborative that relates to intellectual skills that children acquire as indicated Vygotsky and Bruner. Through an expert system that contains the tutorial, the content, the process of teaching / learning, using 3D Virtual Reality and Augmented Reality to link the digital world with the real world. This project has also been implemented content evaluation, based on the Bloom's Cognitive Domains and heuristic techniques of artificial intelligence which helps to convert theories on programs that solve real-world problems. The results show the functionality of the solution which was evaluated by a stratified sample of children in the Fourth Year of Basic General Education. The rest of the thesis project has been organized into the following chapters: Chapter 1 an overview of the project, Chapter 2 the theoretical framework that grounds this research, Chapter 3 describes design patterns and software architecture, Chapter 4 experimental results, Chapter 5 conclusions and recommendations.

KeyWords:

EDUCATIONAL SOFTWARE

AUGMENTED REALITY

VIRTUAL REALITY

ARTIFICIAL INTELLIGENCE

OOHDM

CAPÍTULO 1

GENERALIDADES

En este capítulo se detallan la introducción, planteamiento del problema, hipótesis, antecedentes, justificación e importancia, objetivos, alcance, metodología y herramientas de software utilizadas en el proyecto.

1. Introducción

En la actualidad la vida avanza a una velocidad de un clic o dos y cada vez hace que los pequeños se vean inmersos en un mundo completamente tecnológico y ya no queda la mirada atrás aquellos juegos como la rayuela, el pan quemado, las escondidas entre otros. Ante este escenario surge el siguiente cuestionamiento: ¿Por qué los niños prefieren los videojuegos, tabletas, computadoras personales que los juegos de antaño?

Probablemente por una razón, son nativos digitales, nacieron en un mundo donde el Internet y los videojuegos ya estaban ahí, por lo que los niños están deseosos de descubrir, conocer un mundo tecnológico y es en este preciso momento en donde deben actuar los adultos, encaminándolos a aprovechar de la mejor manera la tecnología.

Es por este motivo que surge la necesidad de realizar este proyecto para encontrar maneras distintas de enseñar las cosas, comunicar por medio de la imagen, traducir ideas, aprovechar en los niños su capacidad de observación y sensibilidad para desarrollar sus sentidos. Como alternativa se planea crear un ambiente lúdico, colaborativo e interactivo a través de un sistema experto, que contenga el tutorial, el contenido, el proceso para la enseñanza/aprendizaje y evaluación del Sistema Solar, utilizando 3D con Realidad Aumentada para enlazar el mundo digital con el mundo real y así capturar la atención del niño, mejorando los resultados.

1.2 Planteamiento del Problema

La rapidez de la creación de aplicaciones interactivas con Realidad Virtual y Realidad Aumentada han dado soluciones a problemas en varias áreas como medicina, mecánica, aeronáutica y otras. Así mismo estas tecnologías se han utilizado en menor medida en el área de la educación, sin que se evidencie todavía estrategias didácticas en el proceso de aprendizaje.

Uno de los retos de todos los docentes es hacer de la clase un lugar de encuentro interesante, captando la atención de los estudiantes donde la motivación juega un papel decisivo en el proceso de aprendizaje. Este desafío lo conlleva a buscar estrategias pedagógicas adecuadas que capten el interés de los niños.

1.3 Hipótesis

El proceso de enseñanza aprendizaje basado en aplicaciones de software interactivo, multimedial, adaptativo con Realidad Virtual, Realidad Aumentada estimula el aprendizaje en niños de 4to año de Educación General Básica, comparado con los sistemas tradicionales.

1.4 Antecedentes

De acuerdo con García Ruíz (1998) se llega a la conclusión de que con la Realidad Virtual los estudiantes, especialmente los niños “pueden aprender de manera más rápida y asimilar información de una manera más consciente que por medio del uso de herramientas de enseñanza tradicionales (pizarra, libros, etc.), ya que utilizan casi todos sus sentidos”. (Canela Mayra)

Al finalizar los 80, las imágenes bidimensionales generadas por computador comenzaron a ser reemplazadas por imágenes tridimensionales;

surgiendo la necesidad de un espacio de trabajo interactivo a través de la tecnología. En 1989 Jaron Lanier propone el término “Realidad Virtual”.

A partir de 1990, los sistemas de Realidad Virtual cada vez se van enriqueciendo con sensaciones del mundo real por medio de estímulos visuales, auditivos y de otro tipo que afectan al usuario de manera interactiva y esto se lo conoce como “Realidad Aumentada”. (Canela Mayra). Actualmente la Realidad Aumentada está presente en una de las aplicaciones más conocidas en la educación como el proyecto Magic Book del grupo activo HIT de Nueva Zelanda. (X. Basogain).

1.4 Justificación e Importancia

La nueva era tecnológica en entornos 3D comienza a provocar cambios en la organización de la enseñanza y en el proceso de enseñanza/aprendizaje. La tecnología 3D aporta dinámicas virtuales, simulaciones tridimensionales y animaciones reales que enfocan el aprendizaje y la educación desde una perspectiva más directa, ya sea para la enseñanza de historia, ciencia, matemáticas, física, etc.

Para los docentes es de gran importancia encontrar estrategias pedagógicas adecuadas y así hacer de la clase un lugar de encuentro interesante, interactivo y motivante para que el estudiante aprenda de una mejor manera.

Este proyecto surge con la necesidad de crear alternativas innovadoras y efectivas en el aprendizaje del Sistema Solar y sus características; fomentando el crecimiento de una tecnología de Realidad Virtual tridimensional, interactuando en un mundo digital con el real y de esta manera atraer la atención de los estudiantes para un aprendizaje completo.

1.5 Objetivos

1.5.1 Objetivo General

Desarrollar un Software Educativo lúdico con Realidad Aumentada, Realidad Virtual, técnicas de Inteligencia Artificial, aplicando la metodología OOHDM para fomentar una educación interactiva en la materia de Estudios Sociales y así obtener un mejor aprendizaje en los niños del cuarto año de Educación General Básica de la Unidad Educativa Saint Dominic.

1.5.2 Objetivos Específicos

- Revisar y documentar los conceptos teóricos acerca de aplicativos de software 3D, juegos didácticos, Realidad Virtual y Realidad Aumentada para dispositivos móviles.
- Realizar el análisis, diseño, implementación y pruebas de la aplicación educativa utilizando la metodología OOHDM con UML.
- Construir el escenario virtual a base de modelamiento 3D utilizando una herramienta de modelado tridimensional.
- Generar la autoevaluación al niño, utilizando técnicas heurísticas de Inteligencia Artificial.
- Evaluar y validar los resultados estadísticamente

1.6 Alcance

Para el aprendizaje interactivo de la materia de Estudios Sociales, Bloque 1 con lo referente al tema “El Sistema Solar”, se desarrollará el Software

Educativo con un menú de acceso que contenga tres opciones: instrucciones, biblioteca interactiva y autoevaluación.

- **Instrucciones.-** Esta opción desplegará información de cómo utilizar la biblioteca en el entorno de Realidad Aumentada.
- **Biblioteca Interactiva.-** Creará un ambiente lúdico mediante el desarrollo tridimensional con Realidad Aumentada de los planetas, estrellas y asteroides del sistema solar con la información característica de cada uno de ellos, utilizando elementos de multimedia como: texto, imágenes, sonido, y animaciones; para lo cual se utilizarán tarjetas codificadas que representarán cada uno de los objetos de estudio.
- **Test.-** Comprenderá una autoevaluación de preguntas aleatorias en un entorno de Realidad Virtual, el cual desplegará los resultados más no los almacenará. Se utilizará técnicas de heurísticas para el planteamiento de preguntas y la validación de respuestas. La aplicación no almacenará información y será diseñada y construida para correr en plataforma Android.

1.7 Metodología

Para el desarrollo de este software educativo se adoptará la Metodología de **Diseño de Hipermedia Orientado a Objetos (OOHDM)**, desarrollado por Daniel Schwabe y Gustavo Rossi (Ver Figura 1).



Figura 1. Fases de la Metodología OOHDM

Fuente: (Pinto Moreno, 2011)

A continuación se describen sus fases:

- **Obtención de Requisitos.-** Se realizará mediante el diagrama de casos de uso con la finalidad de obtener los requerimientos y acciones del sistema en forma clara y concisa. En la Especificación de Requerimientos se aplicará el estándar IEEE-830.
- **Diseño Conceptual.-** Se construirá un modelo orientado a objetos (diagrama de clases) para capturar el dominio semántico de la aplicación tomando en cuenta el papel de los usuarios y las tareas que desarrollan.
- **Diseño Navegacional.-** Está definida por un esquema de clases de navegación específica, que refleja una vista elegida como son: nodos, enlaces; estructuras de acceso: menús, índices, guías de ruta.
- **Diseño de Interfaz Abstracta.-** En esta etapa se definirán: los objetos de interfaz que va a observar el usuario; el camino en el que aparecerán los diferentes objetos de navegación; el objeto de interfaz que actuará en la navegación y la forma de sincronización de los objetos multimedia.
- **Implementación.-** Se llevará los objetos a un lenguaje de programación mediante herramientas, mecanismos y así obtener la aplicación ejecutable.

1.8 Herramientas

Las herramientas seleccionadas para el desarrollo del sistema son:

- Unity3D como motor gráfico.
- Adobe Photoshop y Flash CC para la edición y creación de imágenes.
- Visual Studio 2012 Express como editor del lenguaje C#.
- Audacity para la grabación y renderización de audio.

CAPÍTULO 2

MARCO TEÓRICO

Este capítulo describe el marco teórico referencial que fundamenta el desarrollo de la aplicación denominada “Real Space”.

2.1 Ingeniería de Software

Es “la aplicación de un enfoque sistemático, disciplinado y cuantificable al desarrollo, operación y mantenimiento del software, es decir, la aplicación de la ingeniería al software” (IEEE, 1993).

Entre otros conceptos se tiene que la Ingeniería de Software es una disciplina que integra herramientas, métodos, el proceso; sustentados por la gestión de calidad para la producción del software (Ver Figura 2).



Figura 2. Estratos de la Ingeniería de Software

Fuente: (Pressman, 2006)

- Un enfoque de calidad.- Fomenta una cultura de mejora continua del proceso que conduce al desarrollo efectivo del software.
- Proceso.- Es la base para el control de gestión del proyecto de software porque mantiene juntos los estratos de tecnología; en el que en cada uno de ellos se asegura la calidad, el manejo apropiado del cambio y así obtener un desarrollo racional y a tiempo del software.

- Métodos.- Proporcionan la manera técnica para construir el software; es decir para la comunicación, el análisis de requisitos, el modelado del diseño, construcción del programa, pruebas y soporte.
- Herramientas.- Brindan el soporte automatizado para el proceso y los métodos.

En el presente trabajo se utiliza el modelo Diseño de Hipermedia Orientado a Objetos como metodología de Ingeniería de Software.

2.2 Metodología OOHDM (Método de Diseño de Hipermedia Orientado a Objetos)

2.2.1 Historia

La creación de portales web cada vez aumenta con el crecimiento del internet, por lo que las metodologías tradicionales de Ingeniería de Software complican el diseño estructural del desarrollo de aplicaciones hipermedia, tentando a los desarrolladores ir directamente a la programación, lo cual ocasiona un software con gran cantidad de correcciones posteriores.

Ante estos problemas nace la necesidad de “definir metodologías de desarrollo que utilicen modelos y estructuras formales de diseño e implementación, especialmente orientadas a software hipermedia”. (Carrillo Ramos, s.f.)

Las metodologías propuestas son:

- HDM (Hypertext Design Model)
- EORM (Enhanced Object Relationship Model)
- RMM (Relationship Management Methodology)
- OOHDM (Object Oriented Hypermedia Design Method)

La metodología OOHDM fue propuesta por Schwabe (1995) y Rossi (1996), supera a su antecesor porque define pautas de trabajo, principalmente en el diseño y no es simplemente un lenguaje de modelado.

2.2.2 Definición

Es una metodología que tiene como objetivo simplificar tareas y hacer más eficaz el desarrollo de aplicaciones hipermedia.

Se basa en la utilización de casos de uso, el análisis y diseño con la finalidad de que la interacción de la aplicación sea la deseada por los usuarios.

2.2.3 Características

- Metodología orientada a objetos.
- Se creó pensando en las aplicaciones web.
- Define adecuadas tareas para el importante proceso de análisis y diseño estructural de la navegación e interfaz, antes de su implementación.
- Indica los resultados que se deben obtener en cada fase del desarrollo.
- A corto plazo puede resultar costosa, pero a mediano y largo plazo reduce notablemente el tiempo de desarrollo al permitir la reusabilidad de diseño.
- Disminuye el coste de evoluciones y mantenimiento.
(Mantilla Yáñez & Santos Castillo, 2007)

2.2.4 Etapas

En la Tabla 1, se describe cada una de las fases de la metodología OOHDM, en las cuales se crean modelos orientados a objetos con notaciones gráficas UML (Lenguaje de Modelado Unificado).

Tabla 1 d

Etapas de la Metodología OOHDM

Etapas	Productos	Formalismos	Mecanismos	Descripción
Obtención de Requerimientos	Casos de Uso (actores, escenarios).	Plantillas del formato del documento, Diagramas de Interacción de Usuario (UIDS).	Técnicas de Observación, entrevistas.	Se crea un documento que describe actividades y requerimientos de los usuarios.
Diseño Conceptual	Clases, subsistemas, relaciones, atributos.	Modelos Orientados a Objetos.	Clasificación, agregación, generalización.	Se modela la semántica del dominio de la aplicación.
Diseño Navegacional	Nodos, enlaces, estructuras de acceso, contextos navegacionales, transformaciones de navegación.	Vistas Orientadas a Objetos, Cartas de navegación orientadas a objetos, clases de contexto.	Clasificación, agregación, generalización y especialización	Se tiene en cuenta el perfil del usuario y las tareas. Se enfatiza en los aspectos cognitivos. Se crea la estructura de navegación de la aplicación.
Diseño Interfaz Abstracta	Objetos de la interfaz abstracta, respuestas a eventos externos, transformaciones de la interfaz.	Vistas abstractas de datos (ADV), diagramas de configuración, cartas de navegación de los ADVs.	Mapeado entre la navegación y los objetos visibles.	Se modelizan los objetos visibles. Se describe la interfaz para los objetos de navegación. Se define el aspecto de los objetos de la interfaz.
Implementación	Aplicación en funcionamiento.	Los soportados por el entorno.	Los que provoca el entorno.	Se realiza la puesta en producción del sistema.

Fuente: (Schwabe & Rossi, 1998)

2.2.5 ¿Por qué utilizar la metodología OOHDM en el desarrollo de una aplicación móvil?

Si bien es cierto, esta metodología se creó para sitios Web, también se adapta perfectamente para el desarrollo de aplicaciones móviles, ya que en ambas lo importante es su funcionalidad, interfaz y navegabilidad para que los usuarios comprendan fácilmente por dónde llegar al lugar deseado.

La clave del éxito de una aplicación hipertexto se encuentra en una estructura de navegación robusta, es por este gran motivo que se utiliza OOHDM porque en ella se identifican los tres diferentes niveles de diseños de manera independiente de la implementación.

2.3 Inteligencia Artificial (IA)

2.3.1 Definición

La Tabla 2 presenta definiciones de Inteligencia Artificial: (Russell & Norvig)

- La parte superior, se refieren a procesos mentales y al razonamiento.
- Inferior indican la conducta.
- La parte izquierda, miden el éxito en términos de la fidelidad en la forma de actuar de los humanos.
- La parte derecha, se refieren a un concepto ideal de inteligencia (racionalidad). “Un sistema es racional si hace lo correcto, en función de su conocimiento” (Russell & Norvig).

Tabla 2

Definiciones de Inteligencia Artificial

Sistemas que piensan como humanos	Sistemas que piensan racionalmente
<p>“El nuevo y excitante esfuerzo de hacer que los computadores piense... máquinas con mentes, en el más amplio sentido literal”. (Haugeland, 1985)</p>	<p>“El estudio de las facultades mentales mediante el uso de modelos computacionales” (Charniak y McDermott, 1985)</p>
<p>“La automatización de actividades que vinculamos con procesos de pensamiento humano, actividades como la toma de decisiones, resolución de problemas, aprendizaje...” (Bellma, 1978)</p>	<p>“El estudio de los cálculos que hacen posible percibir, razonar y actuar” (Winston, 1992)</p>
Sistemas que actúan como humanos	Sistemas que actúan racionalmente
<p>“El arte de desarrollar máquinas con capacidad para realizar funciones que cuando son realizadas por personas requieren de inteligencia” (Kurzweil, 1990)</p>	<p>“La Inteligencia Computacional es el estudio del diseño de agentes inteligentes” (Poole etal.. 1998)</p>
<p>“El estudio de cómo lograr que los computadores realicen tareas que, por el momento, los humanos hacen mejor”. (Rich y Knight, 1991)</p>	<p>“IA... está relacionada con conductas inteligentes en artefactos”. (Nilsson, 1998)</p>

Fuente: (Russell & Norvig)

La principal característica de la inteligencia artificial radica en dotar de funcionamiento similar al comportamiento humano a un algoritmo, con el fin de mejorar el desempeño retirando parcial o totalmente la interacción del usuario en tareas que podrían implicar riesgo operativo o de funcionamiento. Para simular el pensamiento humano, la Inteligencia Artificial necesita de técnicas y algoritmos programados en una computadora, incluso que ésta en

función de su experiencia sea capaz de modificar su programación y que aprenda.

2.3.2 Técnicas Heurísticas

“Heurística es la ciencia que estudia los procesos de decisión respecto a un campo de conocimiento concreto, como son las estrategias cognitivas. Su contrapartida formal en computación es el algoritmo” (Ramos Cruz).

Se basan en la experiencia y ayudan a resolver problemas. Estos algoritmos pueden indicar una buena solución como también una mala, ya que depende del conocimiento intuitivo del programador sobre un determinado problema. Es por esta razón que es importante conocer los límites de su uso y los casos que son aplicables. (Escolano Ruíz, Cazorla Quevedo, Galipienso Alfonso, Colomina Pardo, & Lozano Ortega).

2.3.3 Redes Neuronales Artificiales (RNAs)

Una de las técnicas utilizadas para resolver problemas de IA son redes neurales, las cuales son algoritmos que simulan el funcionamiento del cerebro humano a partir del desarrollo de una arquitectura con características únicas. Son capaces de aprender de la experiencia, utilizadas para la predicción, la minería de datos, el reconocimiento de patrones, etc. (Martínez López & Falcón Martínez, 2013).

Dentro de los modelos de RNAs, se encuentran los de tipo asociativo, que han brindado eficientes soluciones a problemas complejos (Bello, 2002). Consiste en formar un grupo de neuronas (mallas neuronales asociativas) por cada rasgo del dominio del problema como los patrones únicos de imágenes.

2.3.4 Inteligencia Artificial en Sistemas Educativos

“Las técnicas de Inteligencia Artificial permiten la representación del conocimiento junto a un mecanismo de inferencia mediante el cual se obtienen conclusiones después de un proceso de razonamiento o deducción, este mecanismo es aprovechado en la elaboración de Sistemas Inteligentes, que pueden utilizarse para el proceso de Enseñanza-Aprendizaje” (León Espinosa & García Valdivia, 2008).

Los objetivos de la Inteligencia Artificial junto con las teorías cognitivas sobre el aprendizaje son las siguientes (Marqués, 1996):

- Reproducir un diálogo auténtico entre el software y el estudiante.
- Pretender comportarse como lo haría un tutor humano.
- Realizar procesos de aprendizaje por descubrimiento.
- Lograr el dominio del aprendizaje por reforzamiento y ejercitación.
- Favorecer procesos de construcción de conocimiento.

“Es esencial en la enseñanza y en el aprendizaje de la IA convertir teorías enseñadas en clase, en programas útiles que resuelven problemas del mundo real.” (Gómez Pérez & Montes Gracia, 1997)

2.3.5 ¿Por qué utilizar Técnicas de Inteligencia Artificial?

Se utiliza las técnicas heurísticas y redes neuronales asociativas porque las primeras devuelven soluciones falsas o verdaderas para la escena de evaluación, en que cada pregunta viene acompañado de sus respectivas posibles respuestas, en la cual sólo una opción es la verdadera. El uso de las redes neuronales asociativas, son importantes porque por medio de ellas se integra con Vuforia y se puede disfrutar de la Realidad Aumentada de cada componente del Sistema Solar.

2.4 Realidad Virtual y Realidad Aumentada

2.4.1 Realidad Virtual (RV).- Es un entorno digital artificial creado por un software, capaz de realizar una simulación, en la que permita al usuario utilizar sus sentidos para explorar, visualizar, manipular contenido de multimedia por medio de un ordenador como también con otros dispositivos como guantes, auriculares, gafas y de esta manera sumergir en una realidad que no existe.

2.4.1.1 Tipos de Realidad Virtual:

- **Inmersiva.**- Se necesita el computador y otros dispositivos como guantes, cascos para que el ser humano experimente sentir que se encuentra en mundos inimaginables.
- **No Inmersiva.**- Se necesita únicamente el computador para visualizar los elementos virtuales por medio de una ventana de escritorio, dando opción a interactuar en tiempo real con varias personas a través del internet.

2.4.2 Realidad Aumentada (RA).- Es un entorno en donde se combinan elementos artificiales con elementos reales, es decir objetos generados por un computador (texto, imagen, audio y video) que se mezclan con la realidad, dificultando al usuario distinguir si la interacción es con objetos reales o virtuales.



Figura 3. Realidad Aumentada

Fuente: (realidad virtual.com, s.f.)

2.4.2.1 Tipos de tecnologías RA (Prieto)

- **Códigos Respuesta Rápida (QR).**- Estos códigos Quick Response representan el nivel más básico de tecnología RA. Permiten situar en el mundo real hipervínculos a sitios en Internet.
- **Marcador.**- Se trata de un código impreso en papel que permite ubicar el modelo tridimensional en la Realidad Aumentada. El sistema reconoce ese código y sitúa el objeto asociado en esa posición.
- **Imágenes u objetos.**- El sistema reconoce la imagen u objeto de la vida real para añadir la capa correspondiente de información virtual.
- **Sistema de Posicionamiento Global (GPS).**- El móvil o tablet envía las coordenadas GPS (Global Positioning System) de ese lugar para añadir información relacionada con esa ubicación u orientación geográfica.
- **Gafas.**- Constituyen el modelo más avanzado porque integra de una forma más transparente todos los elementos de RA: cámara, pantalla, procesador, software, conexión, etc.

La Realidad Aumentada tiene una relación directa con la Realidad Virtual, ya que esta realidad es una brecha que une la Realidad Virtual (generada por ordenadores o sistemas informáticos) con lo que sucede en tiempo real. (Axland)

2.4.2.2 ¿Cómo funciona la Realidad Aumentada?

La Tabla 3, indica el funcionamiento de la RA en un Smartphone y en un Ordenador, en el que comparten una cámara, pantalla de visualización, procesador y un activador de Realidad Aumentada (targets, códigos QR).

Tabla 3

Funcionamiento de la Realidad Aumentada

Smartphone	¿Cómo función la RA?	Ordenador
	Elemento que captura las imágenes de la realidad.	
	Elemento sobre el que se proyecta la mezcla de imágenes reales con imágenes virtuales.	
 	Elemento de procesamiento. Hardware más software.	
	Activador de la Realidad Aumentada. GPS, brújula, acelerómetro, códigos (QR, Bidi impresos en un papel).	

Fuente: (Fundación Telefónica, 2011)

2.4.2.3 Áreas de Aplicación de Realidad Aumentada

Ésta tecnología es aplicable en cualquier área de manera creativa, tanto como la imaginación lo permite.

- **Marketing.**- Observa a la RA como una oportunidad muy llamativa para diferenciarse de su competencia, ofreciendo a sus clientes la posibilidad de jugar, experimentar con los productos y así disfrutar de una experiencia única.

Ejemplos:

- Si le gusta una prenda de vestir, no es necesario que acuda personalmente al almacén, sino utilizar un probador virtual en su página web y observarse en la pantalla que tal le queda la prenda o prendas que le gustaría comprar.

Como también el probador virtual lo tienen en sus locales, “una de esas empresas es Urban Research, una marca de ropa que ha instalado un probador virtual en los grandes almacenes Parco de Ikebukuro (Japón).” (Dartcom-03, S.L., 2015)



Figura 4. RA en Marketing Prendas de Vestir

Fuente: (Dartcom-03, S.L., 2015)

- Se puede observar puntos de consulta con RA en algunos almacenes, en dónde el niño indica a la cámara su caja de juguetes y aparece sobre esta el juego montado y en funcionamiento, lo cual incentivará la venta del producto.



Figura 5. RA en Marketing Juegos

Fuente: (Adarve Producciones SL, Banco Audiovisual, Videoteca Valencia)

- **Turismo.**- Se utiliza en exhibiciones, museos, parques temáticos y sobre todo gracias a la geolocalización, es de gran ayuda para las personas que se encuentran en una ciudad desconocida; en la que se requiere conexión a internet, dispositivo móvil, ejecutar la aplicación y tener la posibilidad de disfrutar de una experiencia única de una visita virtual guiada.

Existen empresas como ARSOFT que desarrolló la aplicación ARvisit que ofrece a los turistas un guía virtual con explicaciones sobre lo que se va observando, “tal cual lo haría un guía de carne y hueso pero con una diferencia: el guía virtual domina una gran cantidad de idiomas y ofrece subtítulos para personas con discapacidad auditiva.”

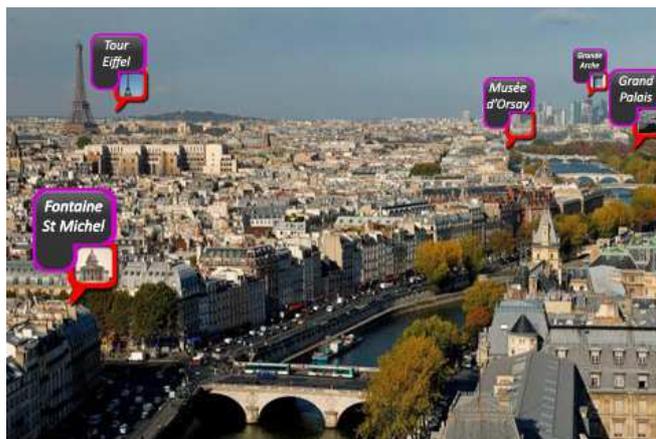


Figura 6. RA en Turismo

Fuente: (AR SOFT)

- **Medicina.**- Esta tecnología es de gran ayuda para un cirujano porque aporta información útil, en tiempo real como bordes de un tumor, temperatura, entre otros. (realidad virtual.com, s.f.)

“Ya se realizó la primera intervención quirúrgica en Estados Unidos utilizando esta tecnología”, en la que los cirujanos indican que al usar las gafas con RA, se les facilitó el reconocimiento de las células cancerígenas, las cuales difícilmente se pueden identificar a simple vista.



Figura 7. RA en Medicina

Fuente: (EL TIEMPO, s.f.)

- **Entretenimiento.-** Este es uno de los campos en la que más ha sido utilizada, siendo Nintendo con su consola portátil 3DS, que al utilizar la cámara de la consola, activa la RA, permitiendo combatir con “personajes fantásticos con naves o incluso algunas creadas con fotos de tus amigos y conocidos, que vuelan en tu casa o cualquier lugar que te encuentres”.

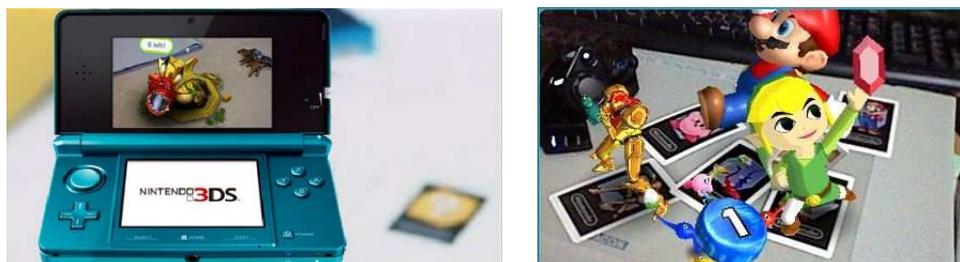


Figura 8. RA en Entretenimiento

Fuente: (Marín, s.f.)

- Otro ejemplo son las gafas de Realidad Aumentada HoloLens que presenta Microsoft, disponible en los próximos años, las cuales permitirán interactuar con los hologramas, controlados por comando de voz, haciendo que cambien de tamaño o giren con tan sólo el movimiento de la mano y sin necesidad de cables.



Figura 9. Tecnología a lo Iron Man (Microsoft)

Fuente: (Sánchez, s.f.)

- **Educación.-** Es un área, en la que se debería aprovechar mucho más esta tecnología, ya que en la actualidad un país educado es un país desarrollado.

En otros países ya están creando libros de texto, como uno de los proyectos más conocidos es el Magic Book del grupo activo Human Interface Technology (HIT) de Nueva Zelanda, en dónde el estudiante lee un libro real con un visualizador de mano para observar contenidos virtuales.



Figura 10. RA en Educación MagicBook

Fuente: (Basogain, Olabe, Espinosa, Rouche, & Olabe)

- Otro ejemplo en educación infantil es la aplicación ZooBurst, que permite crear libros 3D, para que los niños exploren su realidad de una forma más interactiva y llamativa. (Tiching, s.f.)

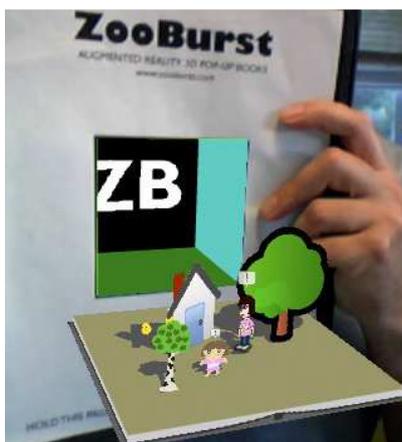


Figura 11. RA en Educación ZooBurst

Fuentes: (TECH4TEACHER, s.f.)

2.4.2.4 ¿Por qué utilizar Realidad Aumentada y Realidad Virtual en la Educación?

La utilización de las tecnologías de Realidad Aumentada y Realidad Virtual en la educación trae beneficios como:

- Una información más interactiva y visual, la cual mejora el proceso de aprendizaje entre el contenido y el estudiante.
- La creación de nuevas profesiones para implementar aplicaciones y nuevas tecnologías TIC.
- La destrucción de la barrera del tiempo, lugar y espacios para el aprendizaje.
- La percepción del entorno de aprendizaje entendible y mejorado.
- Un aprendizaje informal.
- El educando aumenta el interés por aprender.

Ejemplo: el libro “Principios Básicos en Anatomía de la Pierna y el Pie”, en el cual se visualiza la anatomía de la pierna y pie en 3D, permitiendo explorar dicho objeto en cualquier perspectiva posible (Bienetec, s.f.).

Este proyecto va a utilizar RA y RV porque se pretende demostrar que un aprendizaje con estas tecnologías, crean un mejor ambiente lúdico que permitan estimular al niño aprender jugando.

2.5 Tres Dimensiones (3D)

Es un espacio matemático virtual que en computación está definido por ancho (x), largo (y) y profundidad (z), se indica que es virtual porque técnicamente el único mundo en 3D es el real.

2.5.1 Gráficos en 3D

Se originan de un proceso de cálculos matemáticos para simular que una imagen tenga las tres dimensiones, por lo que se necesita para su creación programas de computadoras como Maya, 3D Studio Max, Lightwave 3D, Softimage XSI, Bryce, POV-Ray, Blender entre otros y se sigue estas tres fases básicas (EcuRed) :

- Modelado.
- Composición de la escena.
- Rénder (creación de la imagen final).
- **Modelado.-** Consiste en utilizar objetos poligonales (esferas, cuadrados, triángulos), a los cuales se les puede modificar la superficie o propiedades del material (color, difusión, transparencia, opacidad, luminosidad, especularidad, texturas, mapas de relieve, etc.) y de esta manera ir construyendo el modelo. (Santillán Romero, 2014)
- **Composición de la escena.-** Consiste en la distribución de objetos, cámaras, luces y otros elementos que se colocan en la escena (espacio que observa el usuario), ya sea para producir una imagen estática o una animación.

Si es una animación, la descripción del objeto debe variar en algo con respecto al tiempo como: cambio de cámaras, objetos, forma, luces, etc. Actualmente las herramientas facilitan la creación de movimientos

complicados en la escena, las cuales permiten utilizar la interpolación, en donde los cuadros entre keyframes son generados automáticamente, es decir en lugar de corregir la posición, tamaño o rotación del objeto en cada cuadro de la animación, sólo se necesita marcar algunos cuadros clave (keyframes) (Guinot, 2015) .

- **Rénder.-** Se denomina al proceso final de generar una imagen 3D o una animación a partir de una escena creada; como al tomar una foto o en el caso de la animación, filmar una escena de la vida real.

Requiere gran capacidad de procesamiento que con el transcurso de los años se ha ido mejorando, por lo que las escenas son cada vez más realistas, con nuevos efectos cinematográficos, técnicas para simular efectos de origen natural como la interacción de la luz con la atmósfera o el humo (Ierache, Igarza, & Nahuel, 2014).

2.6 Aplicaciones Móviles

Son programas que se descargan de Play Store, App Store o Windows Store, a los cuales el usuario accede desde un dispositivo móvil como un Smartphone o Tablet. Las aplicaciones, también llamadas apps son para los móviles lo que los programas son para las computadoras de escritorio. (Cuello & Vitone, s.f.)

2.6.1 Hardware

2.6.1.1 Dispositivos Móviles

Se definen a los aparatos de:

- Tamaño pequeño.
- Con capacidad de procesamiento multitarea.

- Con conexión permanente o intermitente a una red.
- Memoria y funcionalidad limitada.
- Fácil utilización.

La Tabla 4 indica los principales fabricantes de dispositivos móviles en el mundo (Conde, 2014).

Tabla 4

Fabricantes de Dispositivos Móviles

Logo	Empresas	Características	Ejemplo
	Samsung	Multinacional surcoreana, fundada en 1938 por Byung-Chull Lee como una empresa de importaciones	Samsung Galaxy S series, Samsung Galaxy Tab series
	Apple	Multinacional estadounidense, fundada en 1976 por Steve Jobs y Stephen Wozniak	iPhone series, iPod, iPad.
	Microsoft	Multinacional estadounidense, fundada en 1975 por Bill Gates y Paul Allen	Windows Phone, Microsoft Lumia, Surface, Xbox
	Google	Multinacional estadounidense, fundada en 1998 por Sergueí Brin y Larry Page	Nexus series, Chromecast, Chromebook, Android
	Sony	Multinacional japonesa, fundada en 1946 por Masaru Ibuka y Akio Morita	Xperia series, Play Station, Sony Tablet

La aplicación “Real Space” funcionará en los dispositivos móviles fabricados por las empresas Samsung, Sony, HTC y otros.

2.6.1.2 Gafas de Realidad Aumentada

En la Tabla 5, se observa los principales fabricantes de Gafas de Realidad Aumentada (Vilchez & Vilchez, 2015).

Tabla 5

Fabricantes de Gafas de Realidad Aumentada

Empresa	Nombre Dispositivo	Características	Ejemplo
 Oculus VR™	Oculus Rift	Oculus VR fue la empresa creadora, el fundador es Palmer Luckey, lanzada en 2012, Facebook compra a Oculus VR por 400 millones.	
 Microsoft	Hololens	Creado por Microsoft y serán lanzadas junto con Windows 10 en el verano del 2015	
 Google	Google Glass	Creadas por Google y lanzadas al público en 2013	

2.6.2 Software

2.6.2.1 Sistemas Operativos

Son un conjunto de programas encargados de gestionar todos los recursos del ordenador.

Funciones:

- Sirven de intermediarios (puente) entre el hardware y los programas de aplicación (Word, Excel, Power Point y otros).
- “Ofrecen una interfaz de usuario que permiten ejecutar aplicaciones” (Berzal)

En la Tabla 6 se indica los Sistemas Operativos para aplicaciones de dispositivos móviles (Android, IOS, RIM, Windows Phone, Symbian, OS, Palm OS, otros) que son más simples, orientados hacia necesidades específicas con una conectividad inalámbrica.

Tabla 6

SO para Aplicaciones de Dispositivos Móviles

Sistemas Operativos Móviles	Características
<p>Android</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Desarrollado por la compañía Android Inc., el cual fue adquirido por Google en el 2005. • Basado en el Kernel de Linux. • Es modificable y actualizable, por lo que se puede personalizar a su gusto. • Acepta cualquier aplicación. • Utiliza cualquier operador. • Utiliza baterías reemplazables. • Capacidad multitarea. • Se desarrolla de forma abierta, por lo que se puede acceder al código fuente, como también observar las incidencias y reportar problemas nuevos. • La oferta de teléfonos con Android es amplia y variada tanto en marcas como en precios. • Es el más utilizado en el mundo (HTC, LG, Motorola, Samsung, Sony). (Gross, 2013)
<p>iOS</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Desarrollado para el iPhone OS por la compañía Apple Inc.; siendo utilizado después en dispositivos como el iPod, iPad, Apple TV. • Creado sólo para dispositivos Apple. • Su código fuente es cerrado, por lo que no permite modificar características internas del sistema, más allá de las limitadas opciones que se encuentran en los ajustes. • Personalización limitada. • Capacidad multitarea. • Permite una experiencia segura tal y como diseñó el fabricante en un principio. • Su interfaz de usuario está basada en el concepto de manipulación directa, utilizando gestos multitáctiles.
<p>Windows Phone</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Anteriormente denominado Windows Mobile, el cual sólo estaba enfocado al mercado empresarial. • Desarrollado por Microsoft, con su lanzamiento inicial el 21 de octubre del 2010. • Su código fuente es cerrado, por lo que no permite un nivel de personalización avanzado. • Se basa en el núcleo del sistema operativo Windows CE. • "Cuenta con un conjunto de aplicaciones básicas utilizando las API de Microsoft Windows". (Gross, 2013). • Enfocado al mercado de consumo. • Similar estéticamente a las versiones de escritorio de Windows. • Su diseño es innovador, práctico y atractivo. • No es tan amplia la variedad de móviles y las app con Windows Phone.

La Figura 12 indica los Sistemas Operativos Móviles que mayor acogida han tenido en el mercado en los años 2012, 2013 y 2014.

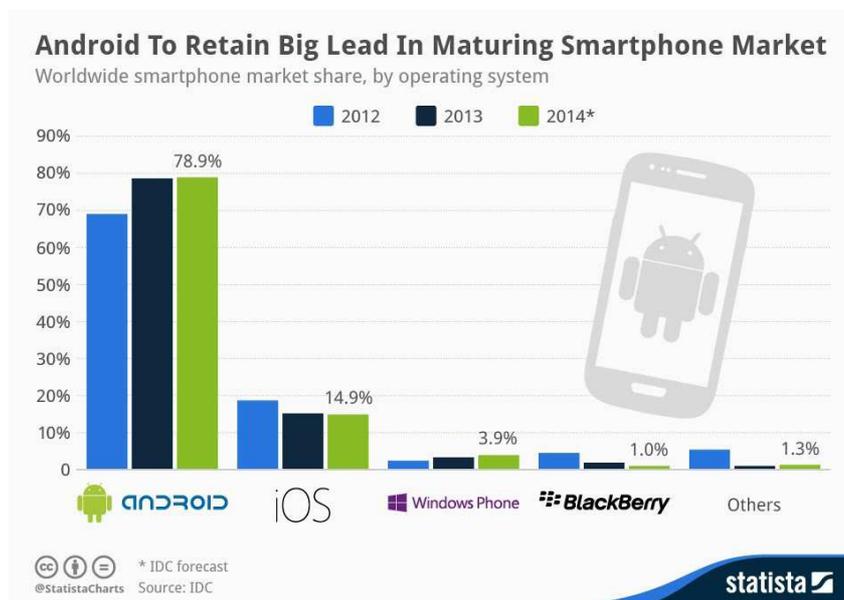


Figura 12. Sistemas Operativos Móviles en el Mercado

Fuente: (Avellaneda, Squitieri, & Ciulla, s.f.)

2.6.2.2 Software Development Kit (SDK)

Como su nombre lo indica es un conjunto de herramientas de desarrollo de software que permite al programador crear aplicaciones para un sistema específico. Dimaggio indica que “las aplicaciones desarrolladas sobre el SDK estarán destinadas a algún sistema operativo, plataforma hardware, consola de videojuegos o paquete de software en especial” (Dimaggio, 2013).

El SDK es importante porque brinda herramientas que evitan perder tiempo y esfuerzo en funciones elementales del desarrollo del software, sin descuidar la calidad del resultado final. Existen varios SDK para Sistemas Operativos Móviles como IOS SDK (Ver Figura 13), Windows SDK.



Figura 13. IOS SDK

Los SDK que se han utilizado para el proyecto se describen a continuación:

Android SDK:

- Se utiliza para programar e implementar todo tipo de aplicaciones para el sistema operativo Android (Ver Figura 14).
- Crea las aplicaciones en lenguaje Java.
- Permite usar las librerías del sistema (APIs), públicas como las privadas.

APIs públicas son librerías que “trabajan sobre elementos básicos del Sistema Operativo a todos los niveles” (neotheone, 2010), como el control de acelerómetros, dibujo de elementos, detección de pulsaciones, entre otros. Por lo general no varían en sus llamadas, salvo que se incorpore métodos o argumentos que garanticen compatibilidad con versiones anteriores, así que son las únicas necesarias para crear aplicaciones.

APIs privadas se encuentran en la capa inferior, las cuales son usadas por las APIs públicas para acceder a los elementos físicos del dispositivo, por lo que están en constante modificación de argumentos, métodos, llamadas para un mejor rendimiento y compatibilidad con el dispositivo. Es recomendable no usarlas, si desea que funcione bien su aplicación.



Figura 14. Android SDK

Vuforia SDK:

- Desarrollado por Qualcomm Inc. (Ver Figura 15) para sistemas operativos Android, IOS.
- Proporciona herramientas de desarrollo de software para construir aplicaciones basadas en Realidad Aumentada.
- Utiliza la pantalla del dispositivo como un "lente mágico", en la cual se observa por medio de la cámara elementos del mundo real combinados con elementos virtuales (letras, imágenes, modelos) (Cruz Yoris, 2014).
- Ofrece:
 - a) Detección inmediata de marcadores (targets).
 - b) Rastreo robusto (el target fijado no se perderá tan fácilmente incluso cuando el dispositivo se mueva).
 - c) Reconocimiento de texto.
 - d) Detección y rastreo simultáneo de targets.



Figura 15. Vuforia SDK

Se ha utilizado la librería Vuforia de Realidad Aumentada de la empresa Qualcomm Inc., por su potencia en el reconocimiento de imagen, su aprendizaje rápido, intuitivo; como también permite con una licencia gratis la carga de hasta imágenes y sobre todo facilita la integración con Unity.

Arquitectura de Vuforia SDK:

Está compuesta por los siguientes elementos (Ver Figura 16).

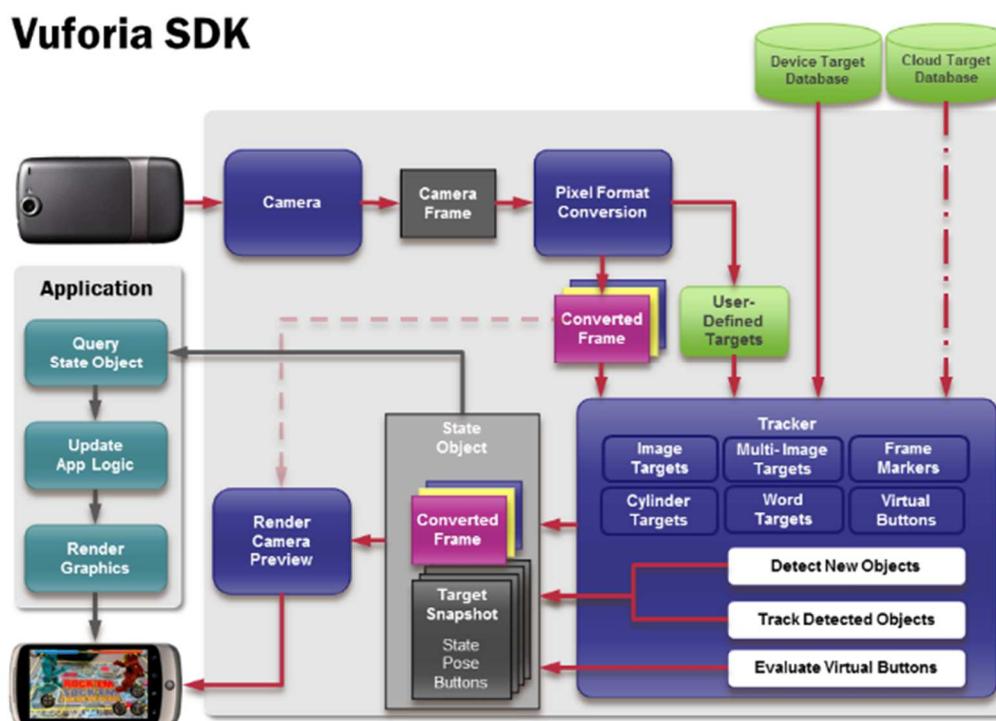


Figura 16. Arquitectura de Vuforia SDK

Fuente: (Cruz Yoris, 2014)

- **Cámara.-** Asegura que la imagen sea captada y procesada por el Tracker.
- **Tracker.-** Detecta objetos del mundo real a través de los frame de la cámara con el fin de encontrar coincidencias de la imagen en la base de datos.
- **Base de datos.-** Se utiliza el Target Manage para crearla localmente o en la nube, en la cual se almacena una colección de Targets para ser reconocidos por el Tracker.

- **Target:** Es utilizado por el rastreador (Tracker) para reconocer un objeto del mundo real, como:
 - a) Image Targets.- Imágenes (fotos, poster, páginas de revistas, cubierta de libros, tarjetas).
 - b) Word Targets.- Elementos textuales (libros, revistas), es posible reconocer por la palabra entera o por caracteres.

Existen otros tipos de Targets que se encuentran en <https://developer.vuforia.com/library/>

2.6.2.3 Unity (Game Engine)

Es una plataforma de desarrollo flexible y poderosa para crear juegos y experiencias interactivos 3D y 2D multiplataforma (Ver Figura 17). Es un ecosistema completo para todo aquel que busque desarrollar un negocio a partir de la creación de contenido de alta gama y conectarse con sus jugadores y clientes más fieles y entusiastas.

COMPILE UNA VEZ, DESPLIEGUE EN
CUALQUIER LUGAR



Figura 17. Unity

Fuente: (Unity, s.f.)

Existen en el mercado otras herramientas como UDK de Epic Games o CryEngine de Crytek. Sin embargo una de las ventajas que se obtiene con Unity 3D es que no depende de Windows para poder realizar el desarrollo, ya

que dispone la versión para Windows y Mac, accesible al público en diferentes versiones, gratuita y profesional, cada cual con sus ventajas y limitaciones.

Unity 3D provee un editor visual (Ver Figura 18) útil y completo, en el cual se puede importar modelos 3D, texturas, sonidos, etc. para luego trabajar con ellos e incluye la herramienta de desarrollo MonoDevelop con la que se puede crear scripts en JavaScript, C#.

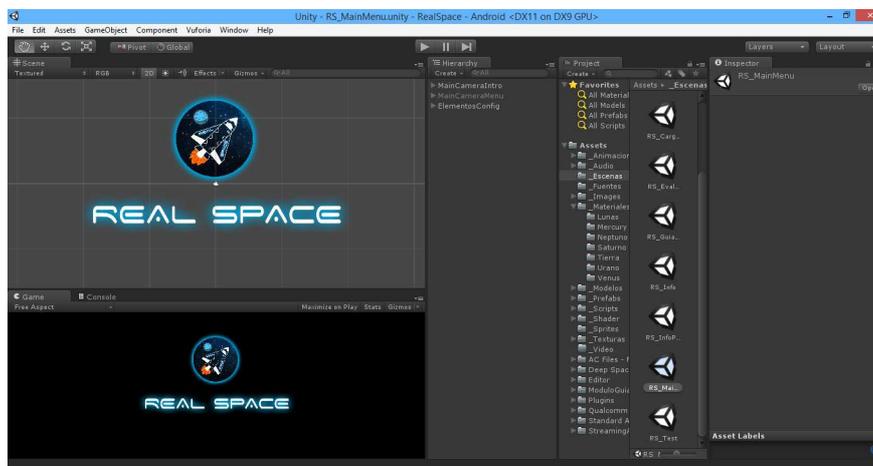


Figura 18. Entorno de Desarrollo Unity

Se ha utilizado esta herramienta porque incorpora una gran cantidad de utilidades y características a la hora de crear y manejar contenidos gráficos.

CAPÍTULO 3

ANÁLISIS Y DISEÑO DE LA APLICACIÓN

El presente capítulo presenta la Especificación de Requisitos de Software (ERS) y la aplicación de la metodología OOHDM en el diseño conceptual de la aplicación “Real Space”.

3.1 Especificación de Requisitos de Software

3.1.1 Introducción

La presente Especificación de Requisitos de Software se ha desarrollado siguiendo las directrices de la Ingeniería de Software para la “Implementación de un Software Educativo utilizando Técnicas de Inteligencia Artificial, Realidad Virtual y Realidad Aumentada para el cuarto año de Educación General Básica de la Unidad Educativa Saint Dominic”.

3.1.1.1 Propósito

El propósito del presente apartado es formalizar de manera clara y precisa los requerimientos, los cuales servirán como base para el funcionamiento de los mismos.

3.1.1.2 Alcance

La aplicación que se va a desarrollar se denominará “Real Space” con su abreviatura RS. Consistirá en un menú de acceso con 4 opciones: instrucciones, biblioteca interactiva, evaluación y configuración.

- Instrucciones.- Esta opción desplegará información de cómo utilizar la Biblioteca Interactiva en el entorno de Realidad Aumentada.

- Biblioteca Interactiva.- Indicará una breve descripción del Sistema Solar, luego el niño(a) entrará a un ambiente lúdico, tridimensional, utilizando tarjetas codificadas que representan cada uno de los objetos de estudio y observará los planetas, estrellas y asteroides del Sistema Solar con su información a través de Realidad Aumentada con elementos de multimedia como: texto, imágenes, sonido y animaciones.
- Evaluación.- Comprenderá una autoevaluación de preguntas aleatorias en un entorno de Realidad Virtual, el cual desplegará los resultados más no los almacenará. Se utilizará técnicas de heurísticas para el planteamiento de preguntas y la validación de respuestas.
- Configuración.- Permitirá activar o desactivar el sonido, como también observar la información de las personas que intervinieron en el desarrollo y salir de la aplicación.

“Real Space” no almacenará información, será diseñada y construida para correr en plataforma Android.

3.1.1.3 Definiciones, Acrónimos y Abreviaturas

En la Tabla 7, 8 y 9, se indica las definiciones, acrónimos y abreviaturas de palabras que se van a utilizar en el documento.

Tabla 7

Definiciones

Aplicación	<p>“Programa preparado para una utilización específica”.</p> <p>Sinónimos: software, sistema informático.</p> <p>Ej.: La aplicación que se va a desarrollar es para niños de cuarto año de Educación General Básica”.</p>
“Real Space”	<p>Nombre que se le asigna a la aplicación y significa Espacio Real.</p> <p>Ej.: La aplicación que se desarrollará se denominará “Real Space”.</p>
Lúdico	<p>“Perteneiente o relativo al juego”.</p> <p>Ej.: Los niños mejoran el proceso de aprendizaje con un ambiente lúdico, colaborativo e interactivo.</p>
Instrucciones	<p>“Indicaciones o reglas para algún fin”.</p> <p>Sinónimos: orientación, guía.</p> <p>Ej.: Las instrucciones del software se encuentra en la opción “Guíate”.</p>
Biblioteca Interactiva	<p>Recursos informáticos para el aprendizaje por medio de la interacción entre el dispositivo móvil y el usuario.</p> <p>Ej.: En el software la Biblioteca Interactiva se encuentra en la opción “Inicia Ya”.</p>
Evaluación	<p>“Estimar los conocimientos, aptitudes y rendimiento de los alumnos”.</p> <p>Sinónimos: prueba, examen.</p> <p>Ej.: La aplicación presenta al niño(a) una opción de evaluación denominada “Evalúate”.</p>
Script	<p>Programa simple, formado por varias instrucciones para automatizar tareas.</p> <p>Ej.: Un script permite combinar componentes, interactuar con el sistema o con el usuario.</p>
Assets	<p>Recursos que utiliza la herramienta Unity para construir el software.</p> <p>Ej.: En la carpeta assets de Unity se coloca los modelos, scripts, animaciones y audios a utilizar en la aplicación.</p>

CONTINÚA →

Prefab	<p>Nombre que utiliza Unity al objeto reusable con todos sus componentes y propiedades.</p> <p>Ej.: Se realiza el prefab de cada planeta que conforma el Sistema Solar.</p>
Collider 3D/2D	<p>Componente de Unity que define la forma de un objeto para propósitos de colisiones físicas. Si es 3D detecta colisión en los tres ejes (x, y, z), si es 2D sólo detecta colisión en x, y.</p> <p>Ej.: En 3D existe box collider, sphere collider y capsule collider.</p>
Target	<p>Objetivo que identifica y rastrea el SDK de Vuforia para construir el objeto 3D.</p> <p>Sinónimo: imagen.</p> <p>Ej.: Los niños deben descargar los targets para observar los planetas en RA.</p>
Sprites	<p>Conjunto de imágenes agrupadas en una sola imagen.</p> <p>Ej.: Se realiza un sprite de los íconos que usa la aplicación.</p>
Game Engine	<p>Motor de Juegos, conjunto de herramientas de programación para diseñar, crear y representar un videojuego.</p> <p>Ej.: Unity 3D Game Engine</p>
Dropbox	<p>“Servicio de alojamiento de archivos multiplataforma en la nube, operado por la compañía Dropbox”.</p> <p>Ej.: Se utiliza el Dropbox para almacenar los targets del software.</p>

Fuente: (WordReference.com, 2015), (Real Academia Española, 2015), (Unity, s.f.)

Tabla 8***Acrónimos***

ERS	Especificación de Requisitos de Software
RS	“Real Space”
SO	Sistema Operativo
RA	Realidad Aumentada
RV	Realidad Virtual
IA	Inteligencia Artificial
GUI	Graphics User Interface o Interface Gráfica de Usuario
API	Application Programming Interface (Interfaz de Aplicación de Programación)
SDK	Software Development Kit
WAV	WAVEform Audio Format. Formato de audio digital, sin compresión de datos. Es de propiedad de Microsoft.
UML	Lenguaje de Modelado Unificado
RF	Requisito Funcional
CU	Caso de Uso

Tabla 9***Abreviaturas***

2D	Define un ambiente de trabajo gráfico en dos dimensiones (two dimensions).
3D	Define un ambiente de trabajo gráfico en tres dimensiones (three dimensions).
APP	Aplicación

3.1.1.4 Referencias

- IEEE Recommended Practice for Software Requirements Specification.
- ANSI/IEEE std. 830, 1998.

3.1.1.5 Visión General de ERS

Para una mejor comprensión e interpretación de la presente ERS, está conformado por tres secciones:

- Introducción.- Se proporciona una visión general de la especificación de recursos del sistema.
- Descripción General.- Con el fin de conocer las principales funciones que el sistema debe realizar, los datos asociados y los factores, restricciones, supuestos y dependencias que afectan al desarrollo, sin entrar en excesivos detalles.
- Requisitos.- Se detallan todos los requerimientos que deben satisfacer el sistema.

3.1.2 Descripción General

3.1.2.1 Perspectiva del Producto

- Este software formará parte del sistema de aprendizaje que la “Unidad Educativa Saint Dominic” utilizará en los niños de cuarto año.
- El software se desarrollará para la plataforma Android que correrá desde la versión 4.0 (Ice Cream Sandwich).

- La aplicación tendrá una interfaz gráfica amigable, llamativa y de fácil acceso para que los niños disfruten de una educación lúdica.
- El software se conectará a un servicio de alojamiento de archivos multiplataforma en la nube denominado Dropbox para descargar los targets (imágenes) del Sistema Solar.
- Requerimientos mínimos de Hardware.
- El sistema informático no almacenará información.
- Este software no interactuará con ningún otro sistema informático.

Interfaces de Usuario

El usuario necesitará del SO Android para instalar el .apk y acceder a su interfaz.

Interfaces de Hardware

Para acceder a la aplicación se necesitará de un dispositivo móvil como un smartphone o tablet.

Interfaces de Comunicaciones

Únicamente el usuario necesitará de conexión a internet para descargar los targets, caso contrario no necesita de internet para acceder al sistema.

Interfaces Externas

Para acceder a la aplicación, se deberá habilitar en administración del dispositivo la opción que permita la instalación de aplicaciones

provenientes de fuentes desconocidas y después instalar el .apk de “Real Space”.

3.1.2.2 Características de Usuario

Los usuarios de esta aplicación deben estar familiarizados con el manejo de aplicaciones en dispositivos móviles. Es por ello que el software ha de ser gráfico, con una interfaz sencilla e intuitiva, que no exija gran tiempo para su aprendizaje.

3.1.2.3 Restricciones

- La aplicación será desarrollada para el SO Android.
- El software educativo no almacenará información.
- Toda la aplicación estará expresada en el lenguaje español.

3.1.2.4 Suposiciones y Dependencias

- El software se implementará con el lenguaje C# en la plataforma Unity y el archivo ejecutable a entregar correrá en cualquier dispositivo con SO Android desde la versión 4.0.
- El sistema dependerá de una conexión a Internet para descargar los targets.
- Agregar nuevas funcionalidades a las ya definidas anteriormente.
- Cambio en la forma de evaluar a los niños.

3.1.3 Requisitos

En este apartado se presentan los requisitos: funcionales, no funcionales, de rendimiento y futuros que deberán ser satisfechos por el sistema informático. Todos los requisitos aquí expuestos son esenciales para su desarrollo.

3.1.3.1 Funciones

Las funciones que deberá realizar el software educativo son las siguientes:

Requisitos Funcionales:

3.1.3.2 Especificación de Casos de Uso

En el siguiente diagrama se indica la relación que existe entre los actores y las opciones de la aplicación RS (Ver Figura 19).

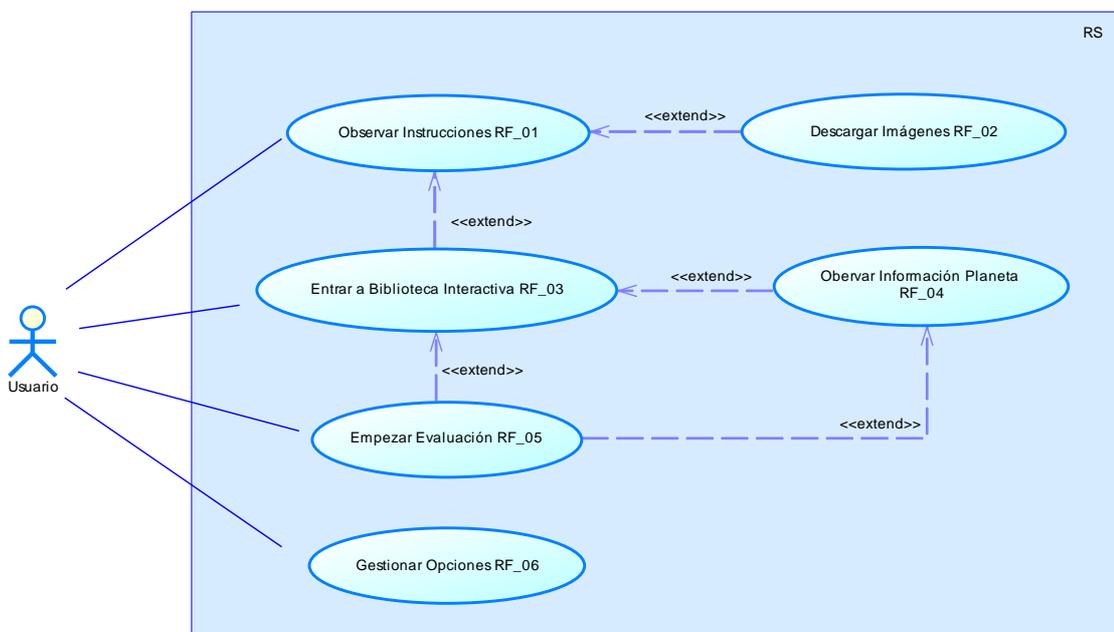


Figura 19. Diagrama Casos de Uso “Real Space”

La Tabla 10 indica la descripción del actor de la aplicación RS.

Tabla 10

Detalle de Actores

DETALLE DE ACTORES	
Actor:	Usuario: Niña (o)
Descripción:	Persona que va interactuar con la aplicación permitiéndole acceder a las diferentes opciones que ofrece el sistema.

La Tabla 11 indica código, descripción, precondition, secuencia normal, excepción y post condición de cada caso de uso de la aplicación.

Tabla 11

Detalle de Casos de Uso

DETALLE DE CASOS DE USO	
Código	RF_01
Caso de Uso:	Observar Instrucciones
Descripción:	Indica la información necesaria de cómo utilizar la aplicación.
Precondición	No aplica
Secuencia Normal	Acción
1	El actor sigue las instrucciones para observar el Sistema Solar en Realidad Aumentada.
2	El sistema presenta una guía de los siete pasos básicos a seguir: <ul style="list-style-type: none"> • Descargar imágenes • Imprimir imágenes • Cómo iniciar la aplicación • Enfoca el dispositivo a la imagen • Disfruta de la Realidad Aumentada • Conoce más sobre el planeta • Evaluar conocimientos
Excepción	Acciones
1	Si el actor desea descargar imágenes ejecuta CU RF_02.

CONTINÚA →

Post Condición	El actor puede regresar al menú principal o ingresar a la biblioteca interactiva (CU RF_03).
Código	RF_02
Caso de Uso:	Descargar Imágenes
Descripción:	Permite al actor descargar imágenes que componen el Sistema Solar.
Precondición	<ul style="list-style-type: none"> - El actor debe tener acceso a internet. - Caso de uso Observar Instrucciones (CU RF_01).
Secuencia Normal	Acción.
1	El actor descarga las imágenes.
2	El sistema presenta los navegadores disponibles en su dispositivo móvil y el Dropbox en caso de estar previamente instalado.
3	El sistema accede al almacenamiento establecido, considerando la siguiente dirección: https://www.dropbox.com/sh/3vndwqb2gxtkf3c/AAB-t-olsmdaRBjQ6KcDYPrt?dl=0
4	El actor selecciona la imagen de los componentes del Sistema Solar con el cual desea trabajar.
5	El actor debe guardar la imagen en el repositorio que considere conveniente.
Post Condición	El actor imprime las imágenes de los planetas, luna y el Sol que conforman el Sistema Solar. Ejecutar el CU RF_03.
Excepciones	Acciones
2	Si el actor no tiene disponible el Dropbox, debe seleccionar un navegador para conectarse con el mismo o descargarlo.
Código	RF_03
Caso de Uso:	Entrar a Biblioteca Interactiva
Descripción:	El actor entra a un ambiente lúdico, utilizando tarjetas codificadas para observar tridimensionalmente con Realidad Aumentada los elementos del Sistema Solar.
Precondición	CU RF_01, CU RF_02.
Secuencia Normal	Acción.
1	El sistema presenta la opción "INICIA YA".

2	El actor selecciona la opción de paso 1.
3	El sistema debe presentar tres opciones: 3.1 Regresar a la pantalla principal. 3.2 Información del planeta 3.3 Evaluar componentes del Sistema Solar
4	El actor enfoca con la cámara de la Tablet o Smartphone a la imagen que desea.
5	El sistema activa la cámara de Realidad Aumentada del dispositivo móvil.
5	El actor observa en Realidad Aumentada los componentes del Sistema Solar.
Post Condición	El actor puede regresar al menú principal, ingresar a la información del planeta (CU RF_04) o realizar la evaluación (CU RF_05).
Excepciones	Acción
3.2	Si el actor no tiene las imágenes que componen el Sistema Solar, no observará los mismos con sus características.
Código	RF_04
Caso de Uso:	Observar Información Planeta
Descripción:	Permite al actor leer y escuchar las características de los elementos del Sistema Solar, identificado por la cámara de RA.
Precondición	Caso de uso Entrar a Biblioteca Interactiva (CU RF_03).
Secuencia Normal	Acción
1	El sistema presenta información de los elementos del Sistema Solar como: nombre del elemento anteponiendo "MI NOMBRE ES <<nombre del planeta>>", datos, lunas, movimientos, curiosidades y accesos a sonido. Datos.- Características principales de los elementos del Sistema Solar. Lunas.- Presenta la cantidad de lunas que tiene cada planeta. Movimientos.- Indica el tiempo que tarda en realizar los movimientos de Traslación y Rotación.
2	El actor lee o escucha las características del Sistema Solar.
Post Condición	El actor puede regresar a la biblioteca interactiva o realizar la evaluación.

CONTINÚA →

Excepciones	Acción
1	La información de movimientos se presenta únicamente cuando la imagen capturada por la cámara es el Sol y la Luna. La información de lunas se indica cuando la imagen capturada es un planeta.
Código	RF_05
Caso de Uso:	Empezar Evaluación
Descripción:	Realiza quince preguntas aleatorias sobre el tema “El Sistema Solar” que se encuentra en la Biblioteca Interactiva. Anexo 1.
Precondición	No aplica.
Secuencia Normal	Acción.
1	El sistema presenta aleatoriamente cada pregunta con sus tres posibles respuestas.
2	El actor selecciona la respuesta correcta.
3	El actor avanza a la siguiente pregunta.
4	El sistema responde mediante un emoticón (carita feliz) y un sonido con el siguiente mensaje “Muy Bien” en relación a una respuesta correcta.
Post Condición	El actor puede regresar al menú principal o realizar nuevamente la evaluación.
Excepciones	Acción
2	Si el actor selecciona la respuesta incorrecta.
4	El sistema responde mediante un emoticón (carita triste) y un sonido con el siguiente mensaje “Oh la respuesta es incorrecta” en relación a una respuesta incorrecta.
Código	RF_06
Caso de Uso:	Gestionar Opciones
Descripción:	Presenta al actor las opciones de sonido, información y salir.
Precondición	No aplica.
Secuencia Normal	Acción.
1	El sistema presenta opciones como: sonido, información y salir.

CONTINÚA →

2	El actor puede seleccionar: desactivar sonido, observar la información de la versión de la aplicación y su autor; y permitir cerrar el software.
3	El sistema responderá de acuerdo a la selección dada por el actor. Si el sistema captura la desactivación de sonido se elimina el audio. Si el sistema captura información, se presentará datos de la Institución, el logo de la aplicación, la versión y nombre del autor. Si el sistema captura salir, finaliza la aplicación.
Post Condición	No aplica
Excepciones	No aplica

3.1.3.3 Atributos del Sistema

Requisitos No Funcionales:

- **Fiabilidad.-** Todas las escenas de la aplicación presentarán las validaciones correspondientes de acuerdo a la función que debe realizar cada opción.
- **Usabilidad.-** El entorno de la aplicación será amigable, atractiva y de fácil manipulación para que el usuario realice las actividades que ofrece el software en el menor tiempo posible y quede satisfecho con el aprendizaje del Sistema Solar.
- **Eficiencia.-** La detección de la imagen de cada uno de los planetas del Sistema Solar se presentará en Realidad Aumentada al usuario en un tiempo de respuesta de un rango entre 5 a 8 segundos.
- **Mantenibilidad.-** La aplicación al ser construida por escenas, presentará facilidad de modificar o aumentar su funcionalidad como el incremento de targets de otros elementos (estrellas, asteroides) del Sistema Solar y también aumentar la escena de gestión de evaluación.

- Portabilidad.- La aplicación “Real Space” funcionará en cualquier dispositivo móvil que disponga de Sistema Operativo Android a partir de la versión 4.0 (Ice Cream Sandwich).

3.1.3.4 Requisitos de Rendimiento

- Para una mejor renderización de las imágenes de los planetas en un tiempo entre 5 a 8 segundos, se necesitará el SO Android igual o mayor a la versión 4.0 (Ice Cream Sandwich).
- Los formatos de audio mp3 para la ambientación de escenas y .wav para las grabaciones de voz serán renderizados para un mejor rendimiento de la aplicación.
- Para la construcción de toda la interfaz gráfica se utilizará imágenes en sprites (mapa de bits), de esta forma se reduce el tiempo de procesamiento para las imágenes y las escenas se cargarán con rapidez.
- Al ingresar a otra escena de la aplicación, se deshabilitará los procesos de la anterior para un funcionamiento fluido.

3.1.3.5 Requisitos Futuros

- Agregar nuevas funcionalidades a las ya definidas anteriormente como; permitir al niño(a) mover el planeta en el dispositivo móvil, trabajar con otros elementos del Sistema Solar.
- Permitir el registro de usuarios en una base de datos para obtener un mejor control acerca del proceso de aprendizaje por parte del docente al estudiante.
- Generar una gestión de preguntas

3.2 Diseño Conceptual

En este apartado se utiliza la segunda etapa de la metodología OOHDM, en dónde se modela la semántica del dominio de la aplicación como son Diagramas de Secuencia, Diagrama de Clases, Diseño Navegacional, Diseño de Interfaz Abstracta y Arquitectura del Sistema.

3.2.1 Diagramas de Secuencia

Estos diagramas se los ha realizado de acuerdo a cada Caso de Uso (Ver Figura 19) con la finalidad de modelar la interacción entre objetos de la aplicación.

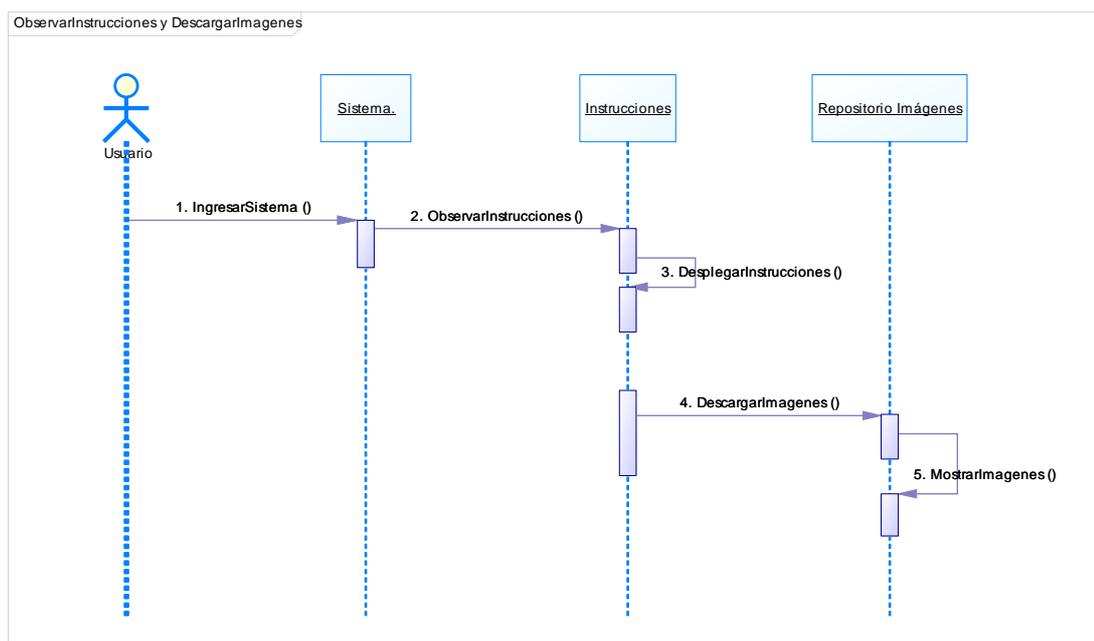


Figura 20: Diagrama de Secuencia del CU RF_01 y CU RF_02

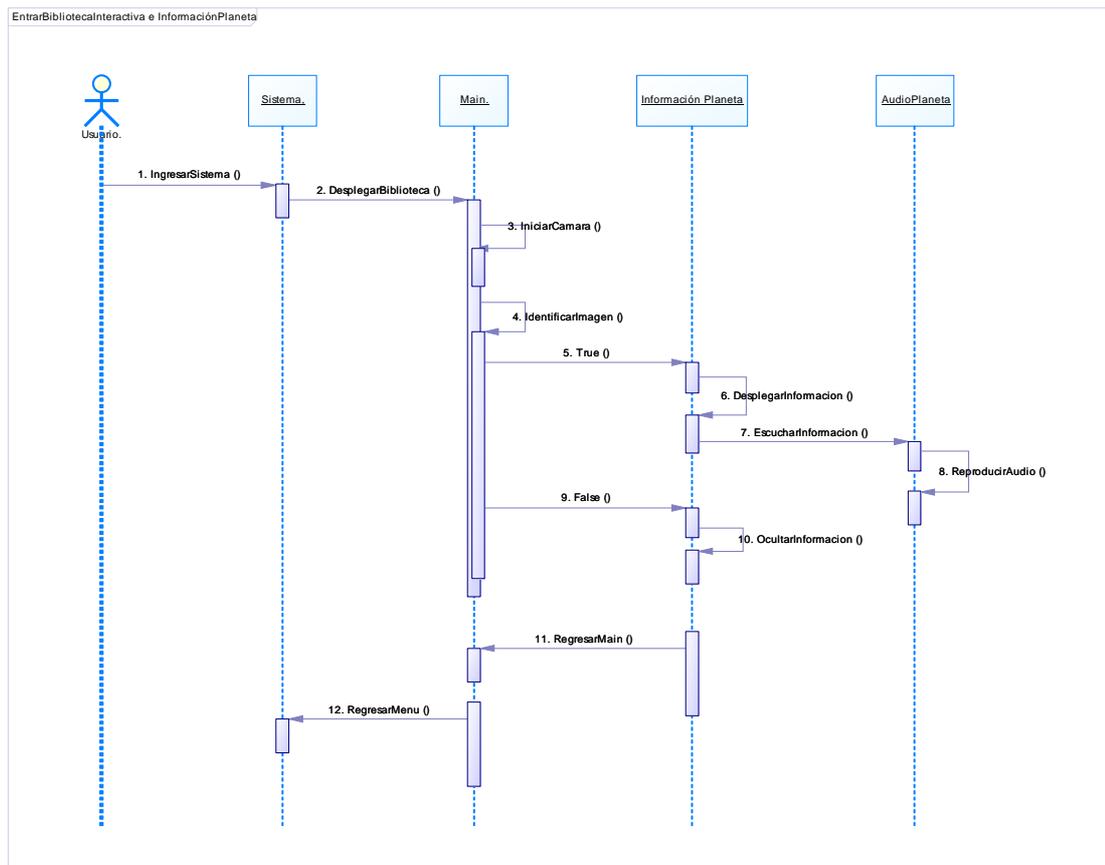


Figura 21: Diagrama de Secuencia del CU RF_03 y CU RF_04

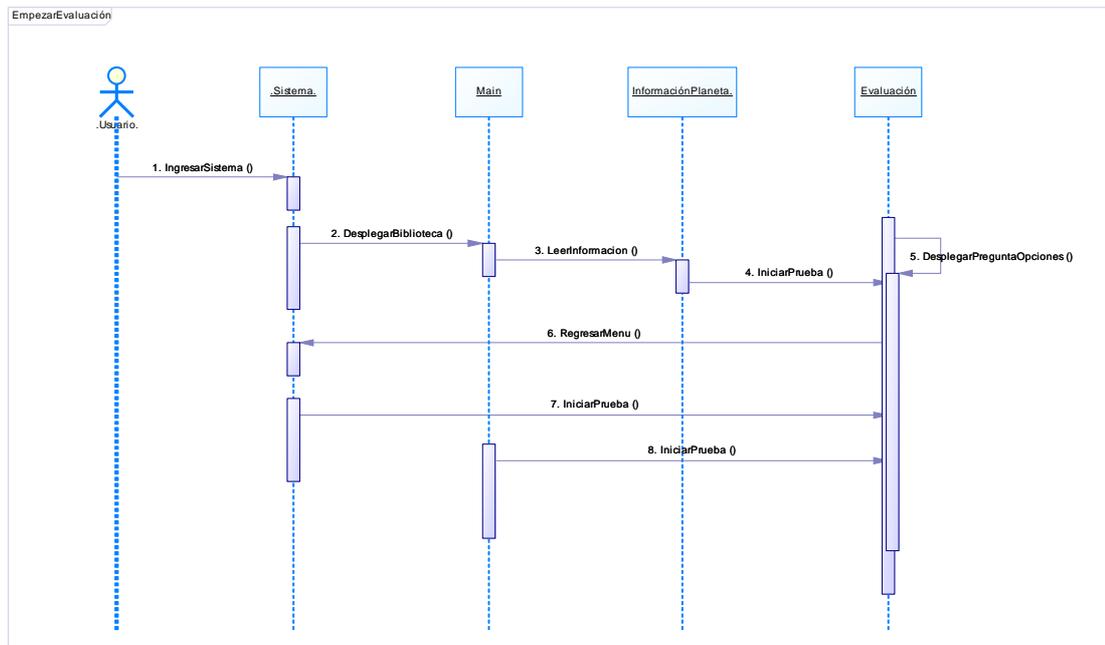


Figura 22: Diagrama de Secuencia del CU RF_05

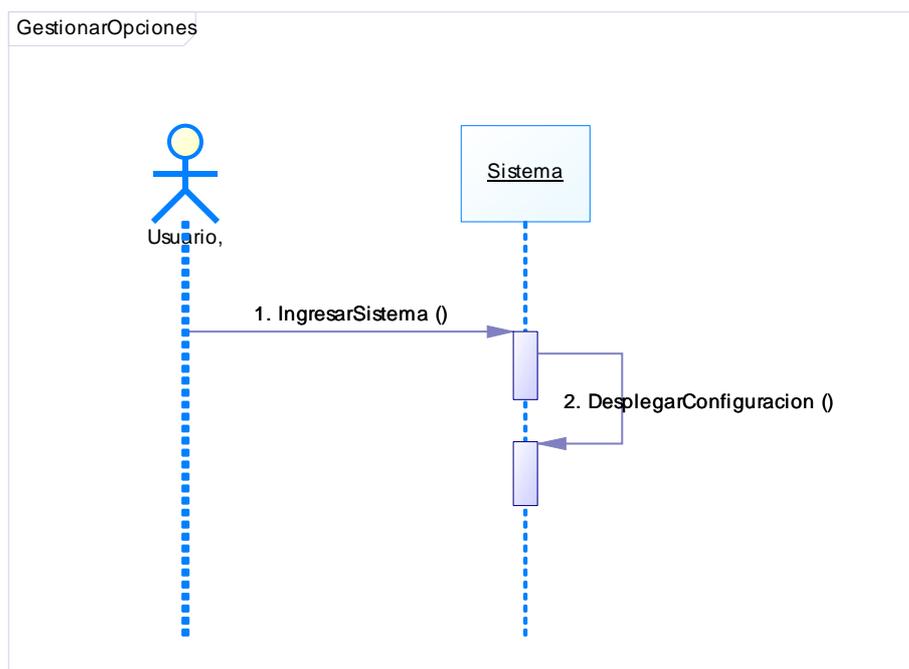


Figura 23: Diagrama de Secuencia del CU RF_06

3.2.2 Diagramas de Clases

Se ha modelado este diagrama para visualizar las relaciones entre las clases que involucran la aplicación (Ver Figura 24).

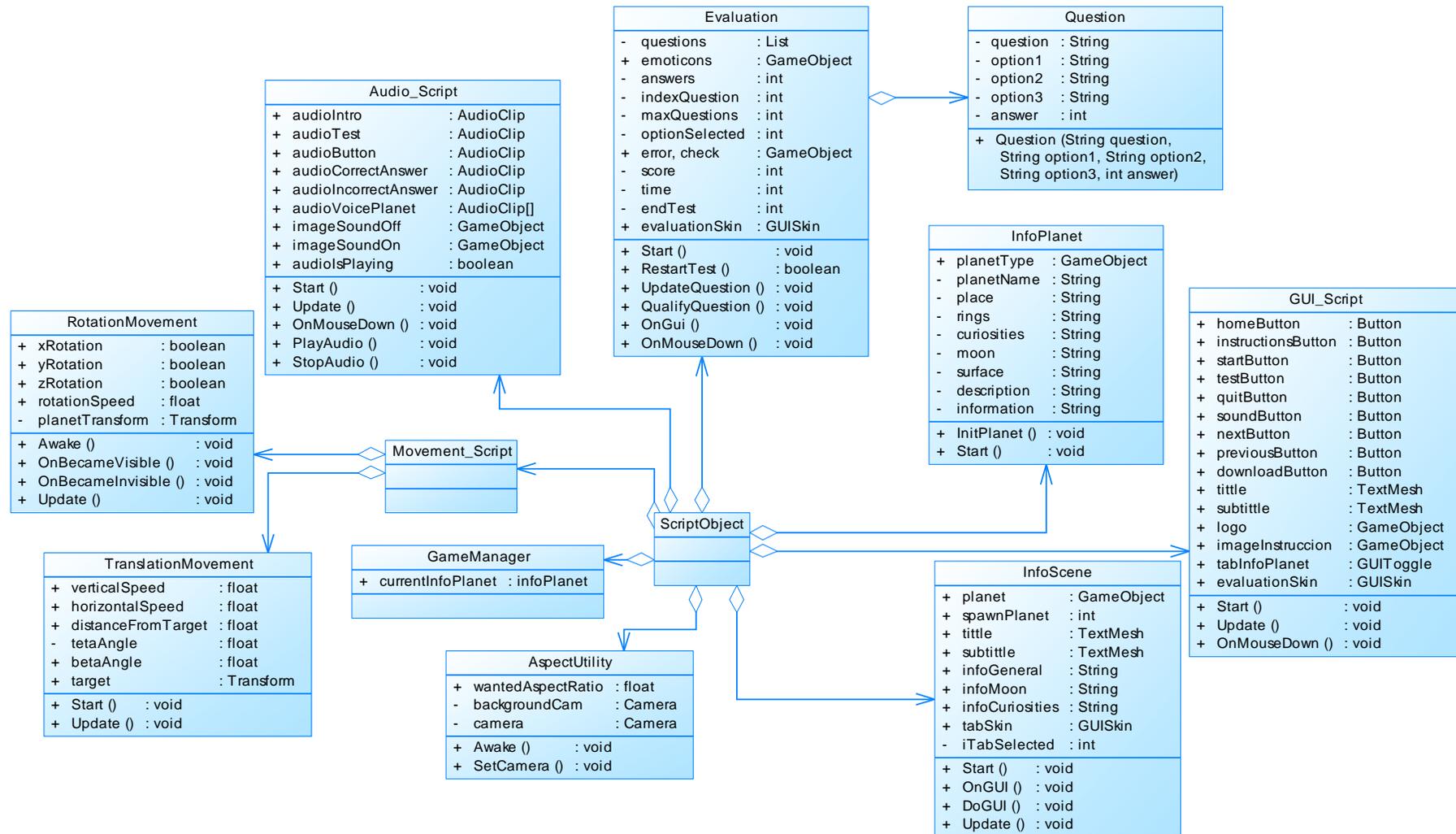


Figura 24: Diagrama de Clases

3.2.3 Diseño Navegacional

El sistema está basado en escenas, por lo que contiene una adecuada distribución de contenido, estética y tecnología, en las que el usuario puede ir navegando (Ver Figura 25)

Objetos Navegacionales

Escenas de:

- Menú Principal
- Instrucciones (Guíate!)
- Biblioteca Interactiva (Inicia Ya!)
- Información Sistema Solar
- Evaluación (Evalúate!)

Contextos Navegacionales

- Iniciar la aplicación

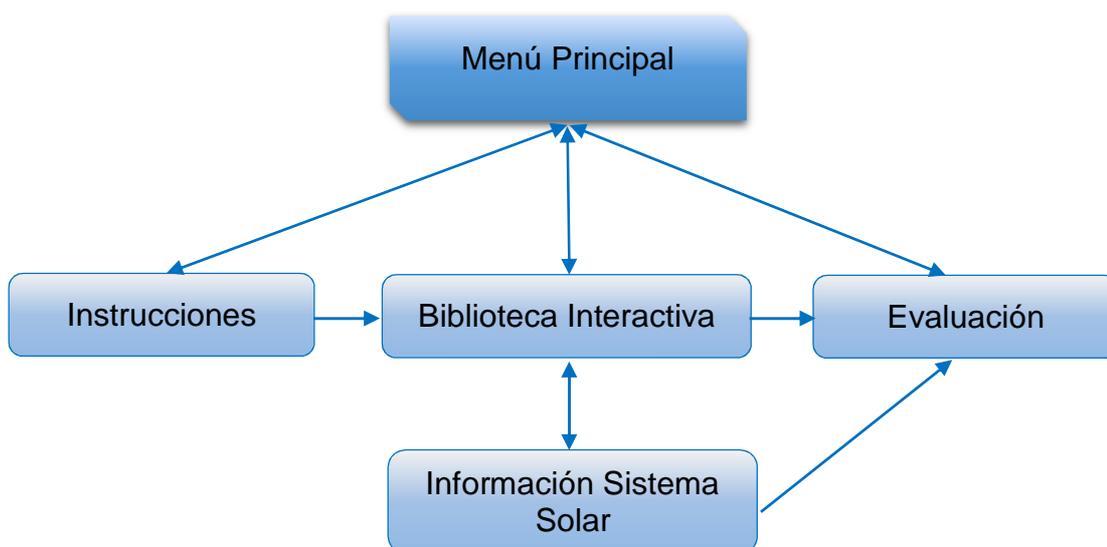


Figura 25: Diseño Navegacional

3.2.4 Diseño de Interfaz Abstracta

De acuerdo con Pressman (Pressman, 2006), los modelos abstractos especifican la organización y el comportamiento de la interfaz, por lo que en las Tablas 12, 13, 14, 15 y 16 se muestran las ADVs (Vista de Datos Abstracta).

Vista de Datos Abstracta

Tabla 12

Nodo Menú Principal

ADV Nodo Menú Principal

ADV Nodo Instrucciones (Guíate!)
 ADV Nodo Biblioteca Interactiva (Inicia Ya!)
 ADV Evaluación (Evalúate!)
 <Sonido>
 <Información Aplicación>
 <Salir>

Tabla 13

Nodo Instrucciones

ADV Nodo Instrucciones (Guíate!)

Contenido de cómo usar la aplicación.

<Descargar>
 <Regresar Menú>
 <Continuar>

Tabla 14***Nodo Biblioteca Interactiva***

ADV Nodo Biblioteca Interactiva (Inicia Ya!)

Detección de las imágenes para presentarlas en Realidad Aumentada.

<Regresar Menú>

<Información Sistema Solar>

ADV Nodo Evaluación (Evalúate!)

Tabla 15***Nodo Información Sistema Solar***

ADV Nodo Información Sistema Solar

Características principales de la imagen capturada que conforma el Sistema Solar.

<Regresar Menú>

<Audio>

ADV Nodo Evaluación (Evalúate!)

Tabla 16***Nodo Evaluación***

ADV Nodo Evaluación (Evalúate!)

Preguntas acerca del contenido de la Biblioteca Interactiva.

<Regresar Menú>

<Continuar>

3.2.5 Arquitectura del Sistema

Se ha realizado este diseño con el objetivo de tener una visión global del sistema a construir (Ver Figura 26)

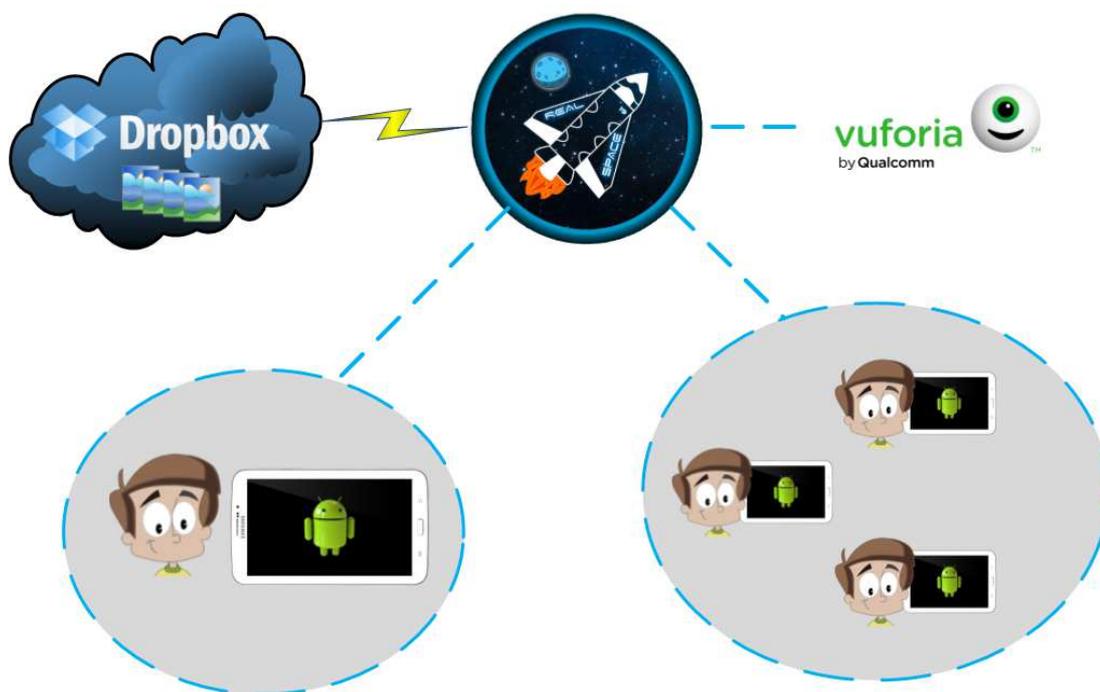


Figura 26: Arquitectura del Sistema

CAPÍTULO 4

IMPLEMENTACIÓN Y PRUEBAS DE LA APLICACIÓN

Este capítulo indica cómo se desarrolló la aplicación “Real Space”, las herramientas de software que se utilizó, pruebas implementadas para la calidad del software y la demostración de la hipótesis.

4.1 Unity 3D Game Engine

Para utilizar Unity 3D Game Engine en la implementación del software se realizó el siguiente proceso:

4.1.1 Instalación Unity 3D

- Ingresar en www.unity3d.com
- Descargar la última versión de Unity para Windows o Mac OSX, presionando en **OBTENGA UNITY 5**. Para la aplicación “Real Space” se ha utilizado la versión 4.5 Personal Edition (Gratis) (Ver Figura 27).

UNITY 5 Qué se ha incluido	PERSONAL EDITION	PROFESSIONAL EDITION
Motor con todas las prestaciones	✓	✓
Libre de regalías	✓	✓
Todas las plataformas (se aplican limitaciones)	✓	✓
Pantalla de inicio personalizable	✓	✓
Unity Cloud Build Pro - 12 meses	✗	✓
Unity Analytics Pro	✗	✓
Team License	✗	✓
Prioridad en el tratamiento de errores	✗	✓
Game Performance Reporting	✗	✓
Acceso beta	✗	✓
MÁS PRESTACIONES		
	DESCARGA GRATUITA	DESDE USD79/MES

Figura 27: Licencias de Unity

- Una vez que la instalación haya finalizado, se presenta una ventana de activación, en la cual permite seleccionar la versión que se desea activar: Unity Gratis versión personal o 30 días de la versión profesional, como se muestra en la Figura 28.

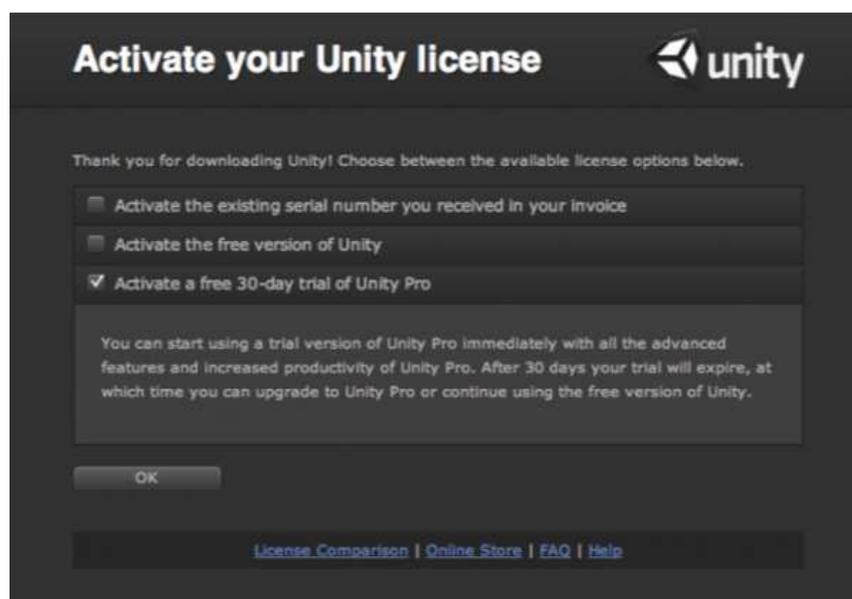


Figura 28: Activación Unity

- De esta forma se tiene a Unity instalado en el equipo y se puede iniciarlo haciendo clic en el icono (Ver Figura 29) que se encuentra en el escritorio.



Figura 29: Ícono de Carga Paquete Unity

4.1.2 Implementación del Proyecto

Al iniciar Unity por primera vez, se presenta la ventana de asistente de creación de proyecto, en la cual se define el nombre, la localización, los paquetes que se desea importar y el formato (3D o 2D) del proyecto como se muestra en la Figura 30.

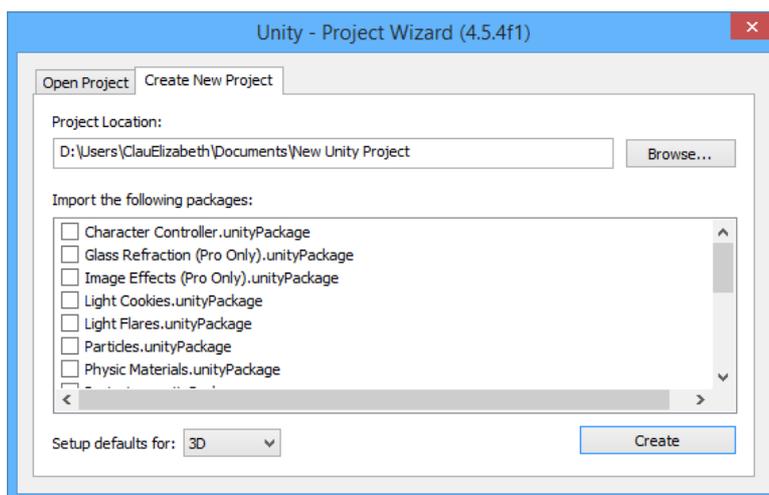


Figura 30: Ventana Creación Proyecto Unity

El proyecto inicial se muestra en blanco y por defecto Unity crea una primera escena, la misma se la puede utilizar y guardar como escena principal del proyecto.

4.1.3 Configuración de la Plataforma

Es importante configurar la plataforma en Unity para trabajar con una resolución de pantalla definida, para ello se debe ingresar a File / Build Settings de la barra de menú de Unity y seleccionar la plataforma. En este caso se selecciona Android (Ver Figura 31).

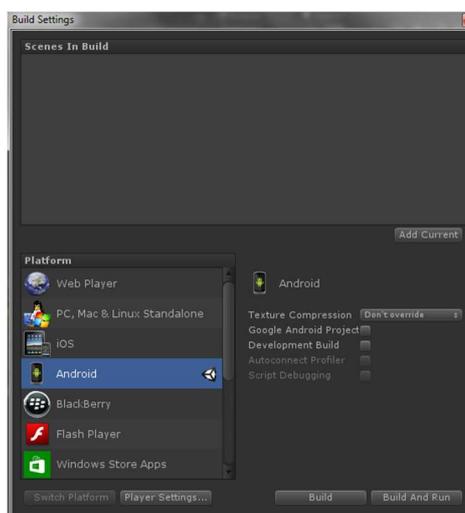


Figura 31: Ventana de Selección de Plataforma del Proyecto

4.1.4 Instalación del SDK de Android

Esta instalación es necesaria para generar el paquete (.apk) de la aplicación y permita configurar diferentes opciones de ejecución para la plataforma Android; por lo que se realiza lo siguiente:

- Descargar el instalador del SDK de Android desde la página <https://developer.android.com/sdk/index.html>.
- Instalar el SDK en la ruta por defecto.
- Descargar y actualizar los paquetes necesarios del SDK (Android SDK Platform-tools, Android 4.2) (Ver Figura 32).

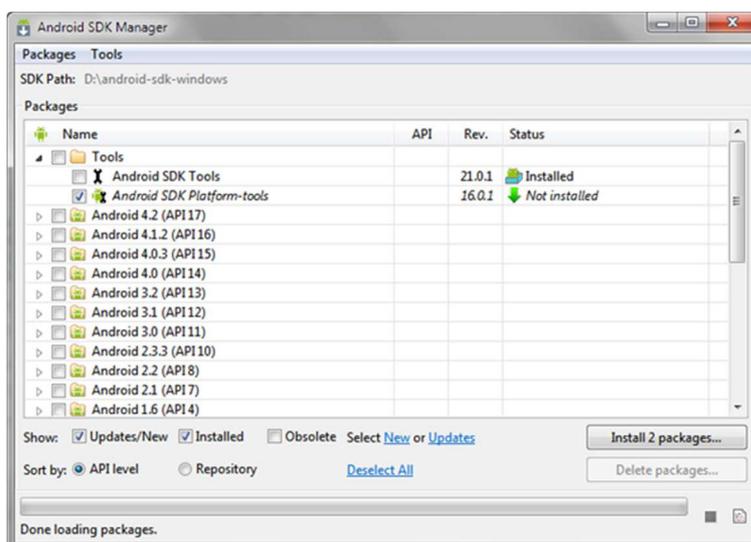


Figura 32: Instalación Paquetes SDK Android

- Agregar la referencia del SDK desde Unity, para ello se debe ir a Edit / Preferences en la barra de menú. Se presenta la ventana de la Figura 33, en la cual se selecciona la opción External Tools y se agrega la localización del SDK.

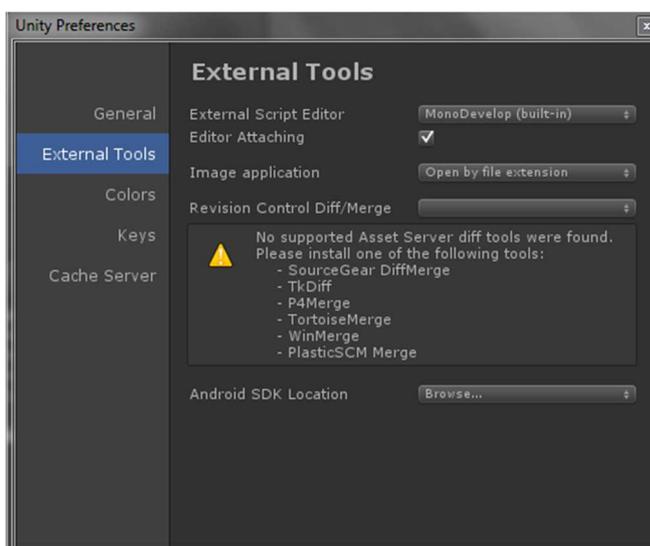


Figura 33: Configuración Herramientas Externas Unity

4.1.5 Interfaz de Usuario

La interfaz de usuario de Unity 3D, está compuesta por cinco áreas (a, b, c, d, e) que se observan en la Figura 34:

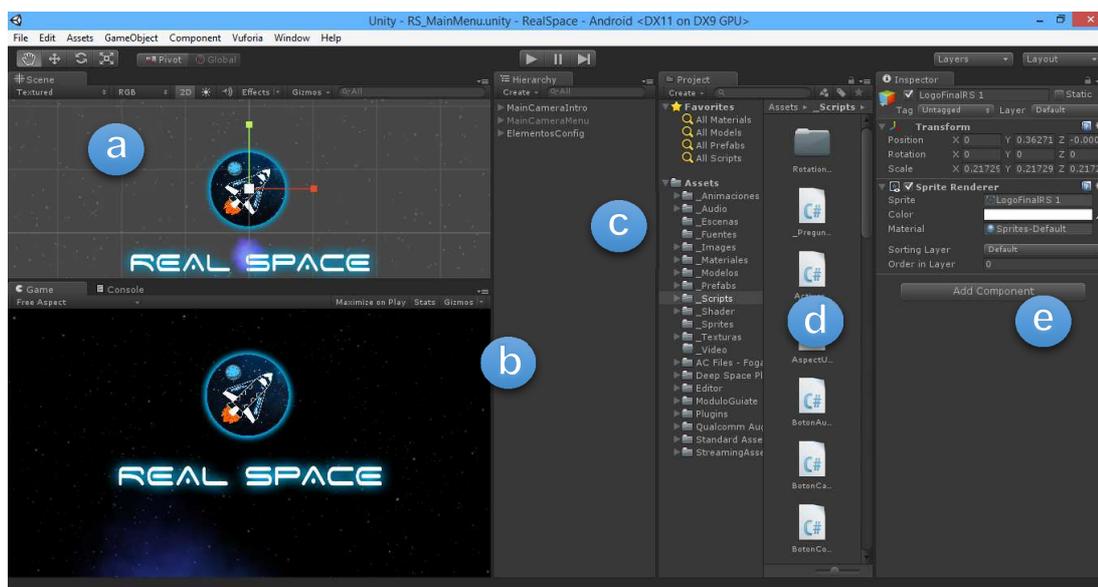


Figura 34: Interfaz de Usuario Unity

a) **Vista de Escena (Scena View).**- Es dónde se construye visualmente cada escena de la aplicación, es decir dónde se posiciona todos los GameObjects como ambientes, cámara, texturas, botones, partículas, etc. Las escenas son las siguientes:

- Menú Principal
- Guíate
- Biblioteca Interactiva
- Evalúate

b) **Vista de Juego (Game View).**- Es la vista previa del juego, es decir la pre visualización de cómo va ir quedando la aplicación; en cualquier momento se puede ejecutar y jugar en la misma vista.

c) **Vista de Jerarquías (Hierarchy View).**- Aquí se muestra una lista de todos los objetos que hay actualmente en la escena. Por ejemplo de la escena Menú Principal se encuentra los objetos:

- MainCameraIntro
- MainCameraMenu
- ConfigurationElements

d) **Vista de Proyecto (Project View).**- Muestra una lista con todos los recursos (Assets) disponibles para ser utilizados en el proyecto. En la carpeta Assets se crea subcarpetas que se las denomina: _Animations, _Audio, _Scenes, _Fonts, _Images, _Materials, _Models, _Prefabs, _Scripts, _Textures.

En esta vista se puede importar varios objetos como paquetes de Unity, texturas, scripts, archivos de audio, imágenes o prefabs. Por ejemplo dentro de la carpeta _Imagenes se encuentran los sprites que forman los botones que se han importado desde Photoshop y Flash.

- e) **Vista de Inspector (Inspector View).**- Indica una lista con todas las propiedades del objeto seleccionado que se encuentra en escena, caso contrario no mostrará nada. En la Figura 34 se observa las propiedades (position, rotation, scale, sprite, color, material) del LogoFinalRS.

4.1.6 Creación de Escenas

Parar crear las escenas Guíate, Biblioteca Interactiva y Evalúate, se lo realiza mediante la opción File / Save Scene (Ver Figura 35), en la que dentro de la carpeta _Scenes se guarda con el nombre de la escena que se va crear como: RS_MenuPrincipal.

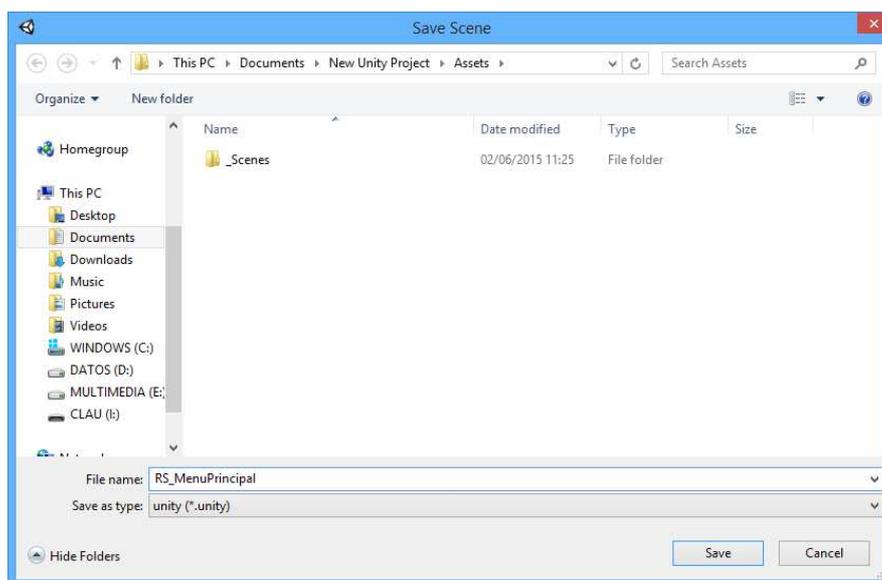


Figura 35: Ventana Guardar Escenas Unity

4.1.6.1 Escena Menú Principal

Es la escena inicial que contiene el menú de navegación a las diferentes escenas de la aplicación RS, como también a la configuración de la misma (Ver Figura 36).



Figura 36: Escena Menú Principal “Real Space”

Esta escena se construyó con objetos MainCameraIntro, MainCameraMenu, ElementConfig (Ver Figura 37). El objeto MainCameraMenu se ha deshabilitado para ingresar como primera escena con el contenido de MainCameraIntro, en dónde se encuentra el logo de la aplicación y unas partículas que se observan como estrellas (star system) y luego por medio de programación llama al objeto MainCameraMenu (Ver Figura 36).

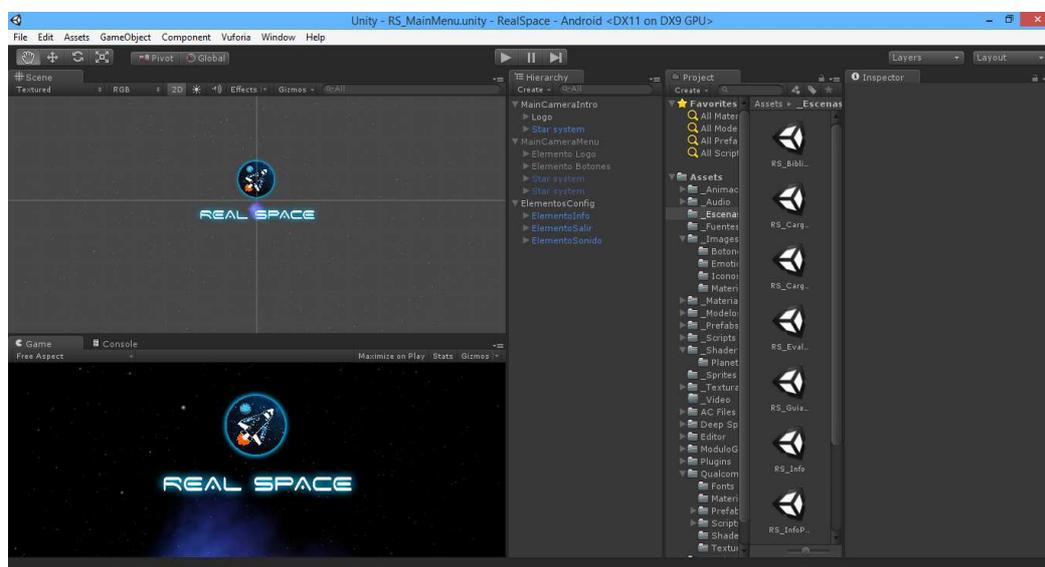


Figura 37: Construcción de Escena Menú Principal “Real Space”

Para optimizar la carga de los elementos (AR Camara, Targets, Objetos 3D, Audio, texturas, etc) que conforman la Escena de Biblioteca Interactiva y la Escena de Evaluación, se añadió una escena de carga con un timer

controlado por código de programación. A esta escena se la ha denominado **Escena Auxiliar de Carga** (Ver Figura 38).

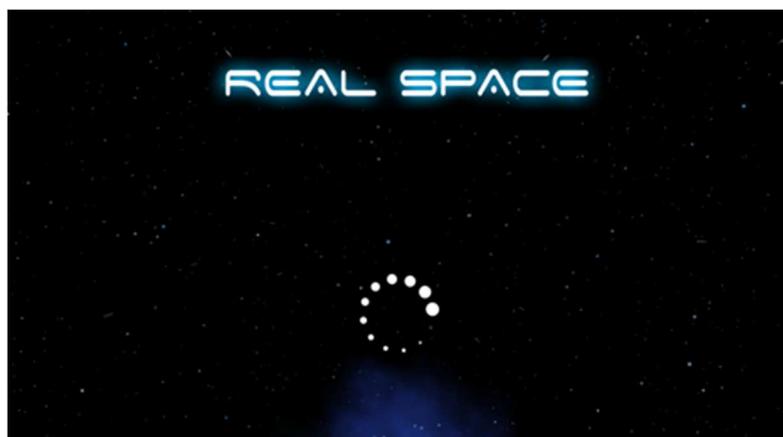


Figura 38: Escena Auxiliar Carga "Real Space"

4.1.6.2 Escena Guíate

En esta escena se explica de manera gráfica todas las indicaciones que se deben considerar para el buen uso de la aplicación. Se diseñó las instrucciones en forma de galería de imágenes de manera que sea muy entretenido para el usuario como se muestra en la Figura 39.



Figura 39: Escena Guíate "Real Space"

Esta escena igual que la del Menú Principal también tiene un sistema de partículas que es un paquete incluido en Unity que se lo ha utilizado para simular las estrellas (Ver Figura 40).

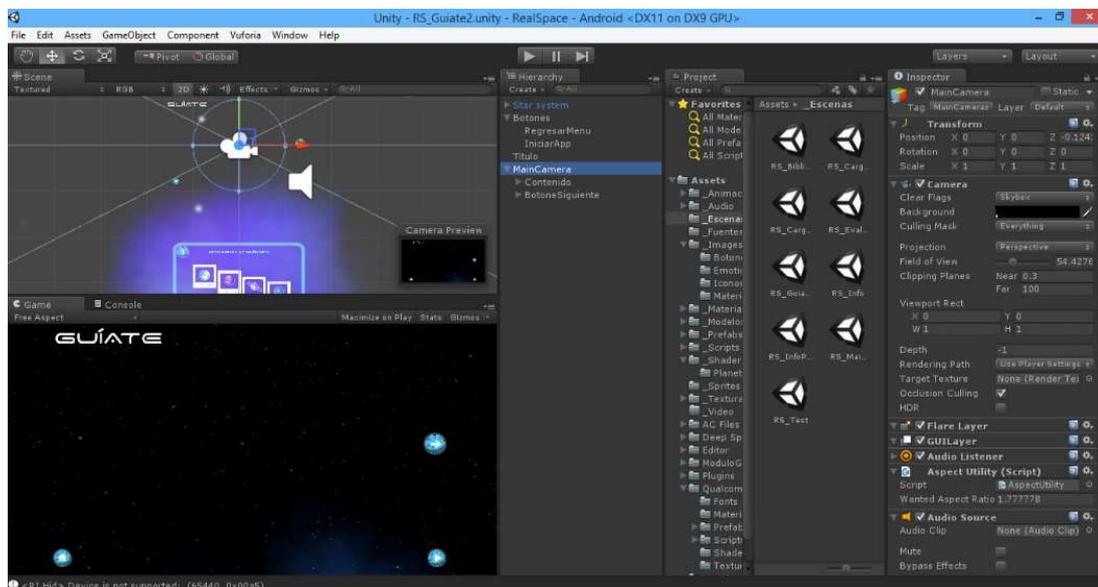


Figura 40: Construcción de Escena Guíaate “Real Space”

Para cada instrucción de la escena Guíaate se utiliza las imágenes creadas en Flash CC ([Ver Apartado 4.4](#)) y se añade el script que crea un arreglo de imágenes.

4.1.6.3 Escena Biblioteca Interactiva

En esta escena se visualiza los objetos en Realidad Aumentada, para lo cual es necesario enfocar la cámara del dispositivo a las diferentes imágenes de los planetas (targets). Contiene tres botones de opciones como se muestra en la Figura 41.



Figura 41: Escena Biblioteca Interactiva “Real Space”

Esta escena se construyó con objetos AR Camera, Directional light, Manager, Planetas (Ver Figura 42), como se describe a continuación:

- AR Camera.- Se agrega junto con el paquete de Vuforia.
- Directional light.- Se añade desde el menú de GameObject de Unity.
- Manager.- Es una GameObject vacío con el script que servirá para instanciar un planeta.
- Planetas.- Se encuentran los modelos 3D (Ver Figura 42) de los 8 planetas con el Sol, cada uno con su textura y scripts que simulan el movimiento de rotación y traslación.

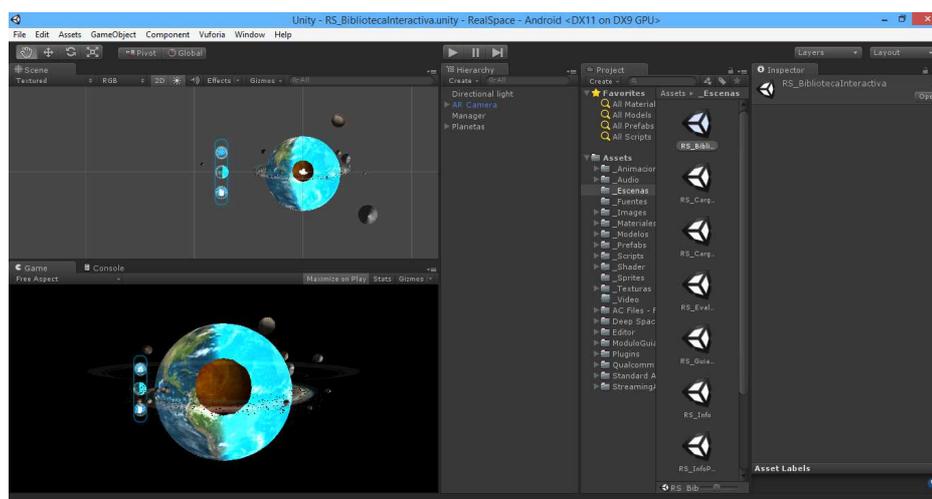


Figura 42: Construcción de Escena Biblioteca Interactiva “RS”

Dentro de este módulo se encuentra la escena **InfoPlanet** (Ver Figura 43), la cual presenta la información más relevante (datos, lunas, movimientos, curiosidades) de la imagen (target) del planeta capturado en la escena anterior (Ver Figura 41).



Figura 43: Escena InfoPlanet “Real Space”

En la escena InfoPlanet también se coloca el sistema de partículas (GameObject / Create Other / Particle System) y se añade los elementos de la interface (título, botones) (Ver Figura 44).

Los componentes TabView (Ver Figura 43) se añaden por código ya que son dinámicos y están en constante cambio de información. De igual manera el objeto del planeta se carga dinámicamente, de acuerdo al planeta capturado.

El objeto audio (Ver Figura 44) es colocado según la instancia del planeta que llegue de la escena Biblioteca Interactiva, de esta forma se mantiene un orden lógico de la aplicación. Ejemplo: Si se captura el objeto tipo planeta Tierra, la instancia es enviada con la información propia y con el audio correcto definido por código.

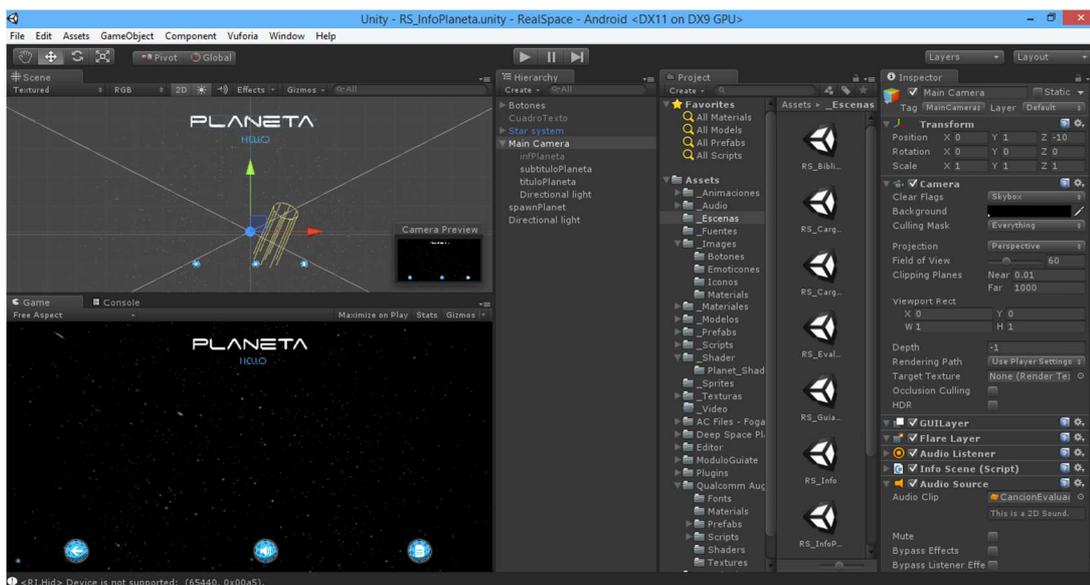


Figura 44: Construcción de Escena InfoPlanet “Real Space”

4.1.6.4 Escena Evalúate

Presenta la prueba del contenido de la escena de la Biblioteca Interactiva (Ver Figura 45).

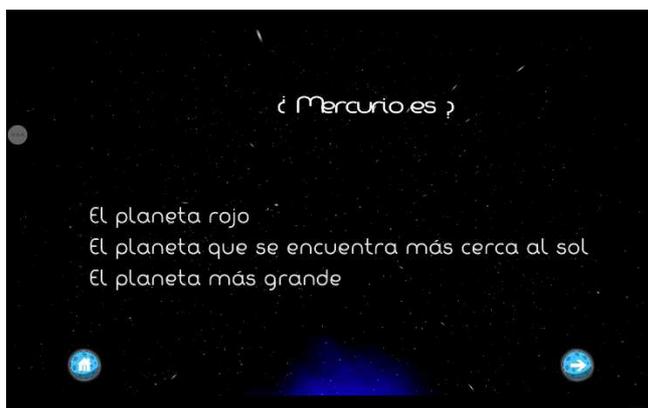


Figura 45: Escena Evalúate “Real Space”

Para la construcción de esta escena se coloca el fondo (star system), los botones, los emoticones y se añade el script Evaluation en el botón siguiente (Ver Figura 46).

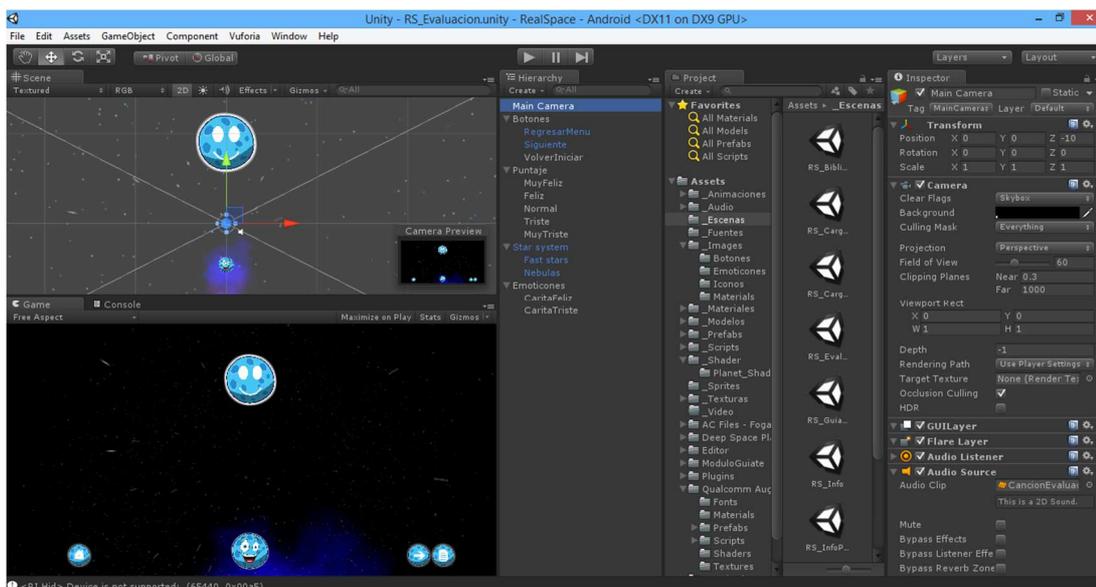


Figura 46: Construcción de Escena Evaluéte “Real Space”

Las preguntas con sus opciones son cargadas mediante el script Evaluation, el cual fue elaborado de acuerdo a la malla curricular del cuarto año de Educación General Básica, proporcionada por el Ministerio de Educación del Ecuador; junto con los dominios cognitivos de Bloom (conocimiento, comprensión, aplicación, análisis, síntesis) (Ver Tabla 17), utilizando técnicas de Inteligencia Artificial ([Ver Apartado 4.5](#)).

Los emoticones se habilitan según el puntaje que se obtiene al culminar la contestación de las 15 preguntas (Ver Figura 47).

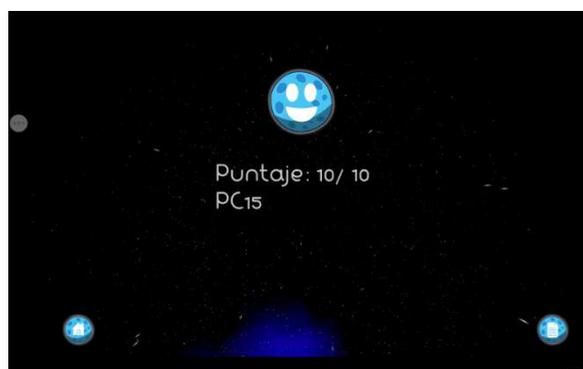


Figura 47: Puntaje de la Escena Evaluéte “Real Space”

4.1.7 Modelos 3D en Unity

Para obtener los objetos del Sol, los planetas, los anillos y las lunas en Realidad Aumentada se han modelado en 3D de la siguiente manera:

- Acceder a GameObject / CreateOther / Sphere y también se agrega Directional light para dar el efecto de sombra y claridad (Ver Figura 48).

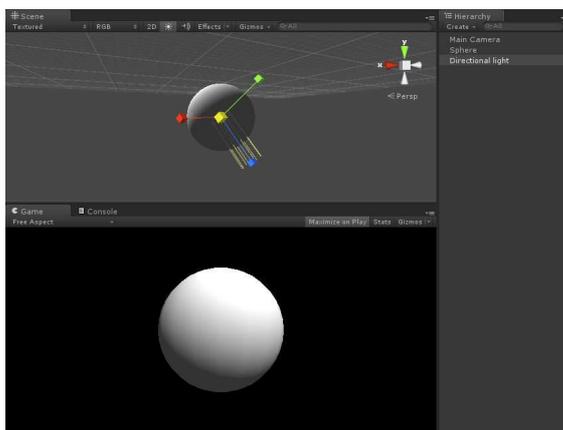


Figura 48: Creación del Modelo del Planeta

- En la carpeta `_Materials` se crea el material del planeta (Create / Material). En este caso se observa en la Figura 49 el material del planeta Tierra, se configura el Shader y se arrastra la textura de la carpeta `_Textures`.

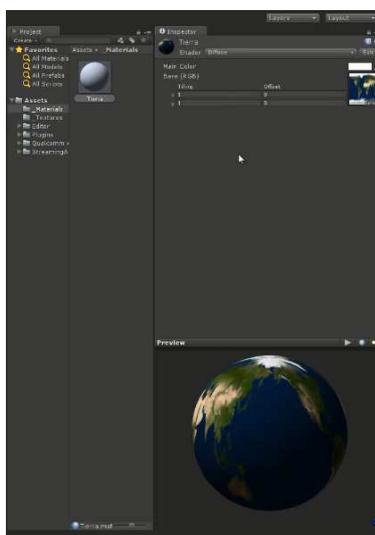


Figura 49: Creación del Material del Planeta

- Se agrega este material a la esfera creada anteriormente y se obtiene el planeta en 3D (Ver Figura 50). De esta forma se realiza para los demás componentes del Sistema Solar (El Sol, Anillos, Lunas).

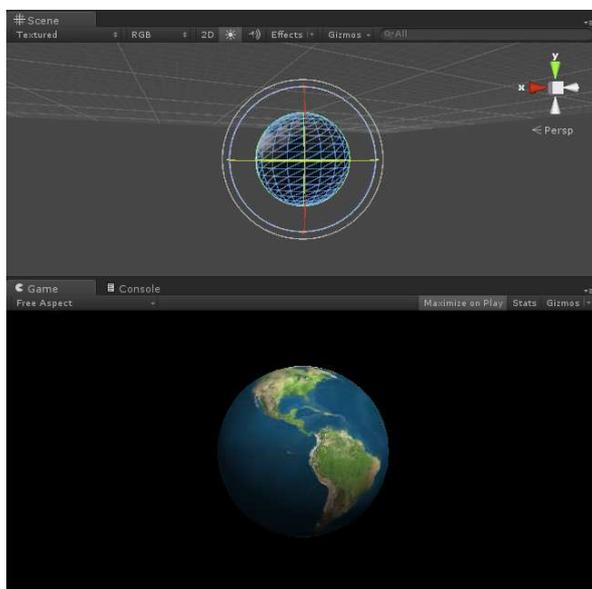


Figura 50: Modelo 3D del Planeta

4.2 Creación de Imágenes (Targets)

Para la creación de los targets se utilizó Adobe Photoshop CC bajo la licencia de 30 días de prueba. Se realizó de la siguiente forma:

- Configurar el tamaño de la imagen. En la Figura 51 se indica las dimensiones en píxeles y el tamaño del documento que debe tener cada imagen del planeta.

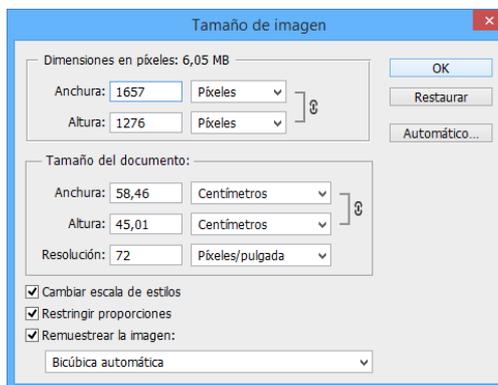


Figura 51: Configuración de Tamaño de Imagen

- Se diseña la imagen por capas (Fondo, Anillos, Planeta, Lunas) como se observa en la Figura 52.

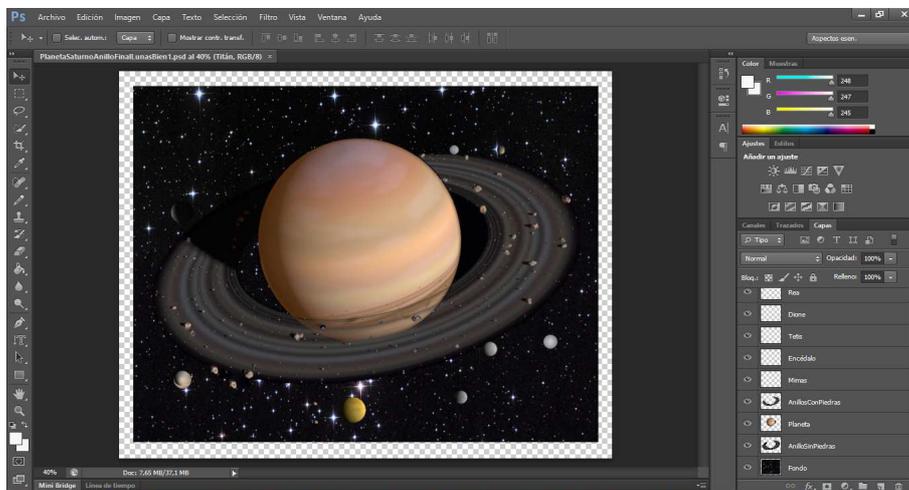


Figura 52: Diseño de la Imagen del Planeta

- Se guarda la imagen con el formato JPEG (*.JPG; *.JPEG; *.JPE) porque Vuforia permite cargar imágenes en los formatos .jpg o .png (máx. tamaño de archivo 2MB).

4.3 SDK Vuforia

Integra Realidad Aumentada en Unity 3D, de esta forma permite detectar patrones en las imágenes para cargar el planeta correcto, mezclando lo virtual con lo real. La integración del SDK de Vuforia con Unity 3D se realiza de la siguiente manera:

- Ingresar a <https://developer.vuforia.com/> y registrarse.
- Una vez que se registra, se ingresa con su email y password (Ver Figura 53).

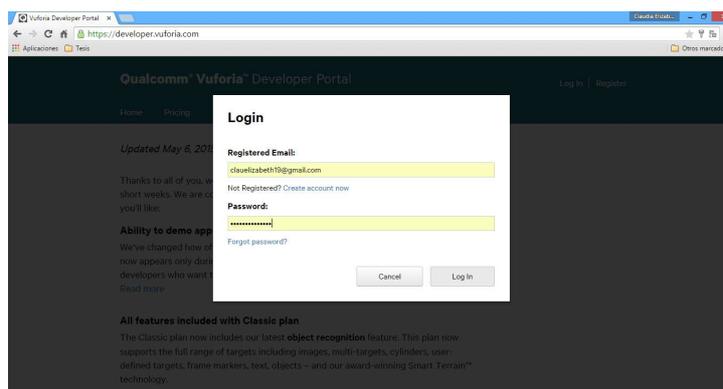


Figura 53: Ventana Inicio Sesión Vuforia

- Se acepta el Acuerdo de Desarrollador de Vuforia (Ver Figura 54).

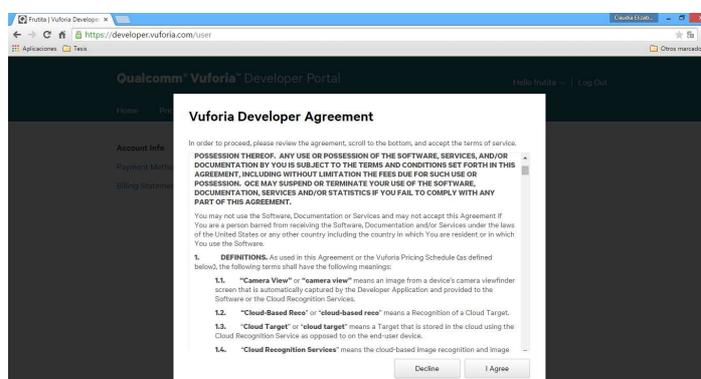


Figura 54: Acuerdo de Desarrollador Vuforia

- Ingresar a Develop / Target Manager (Ver Figura 55). En esta opción se añade la base de datos denominada ClauDB.

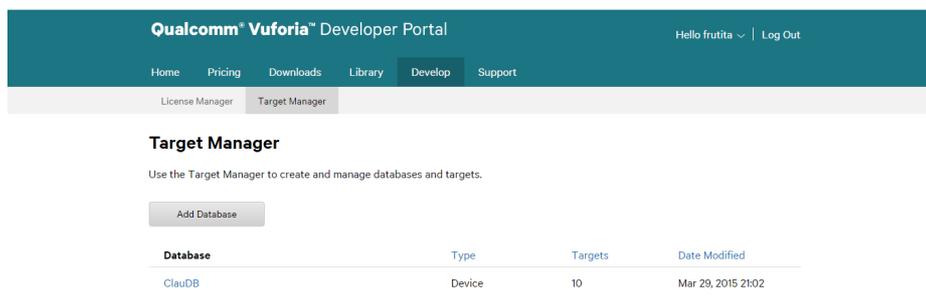


Figura 55: Añadir Base de Datos Vuforia

- Acceder a la base de datos y añadir los targets (Ver Figura 56) diseñados en Photoshop ([Ver Apartado 4.2](#)).

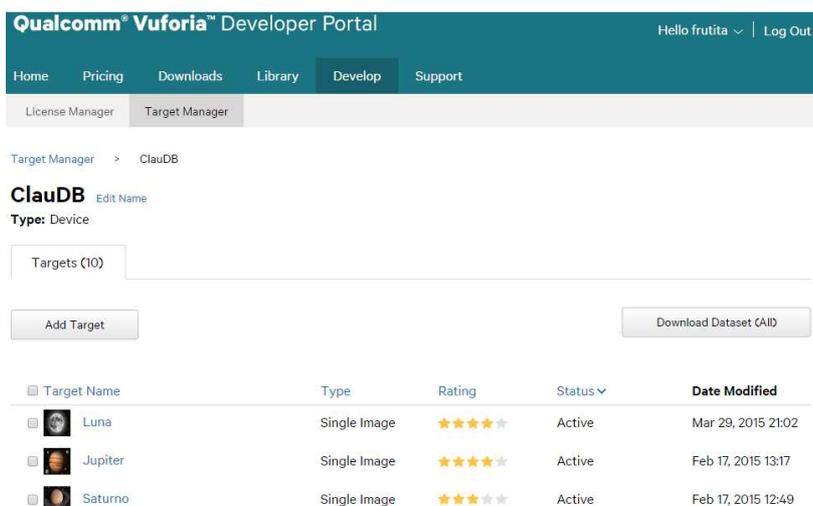


Figura 56: Añadir Targets Vuforia

- Entre más complejidad del diseño de la imagen añadida (Ver Figura 54), el Tracker rápidamente buscará el patrón que coincida con la base de datos del SDK de Vuforia y desplegará el objeto correcto en RA.

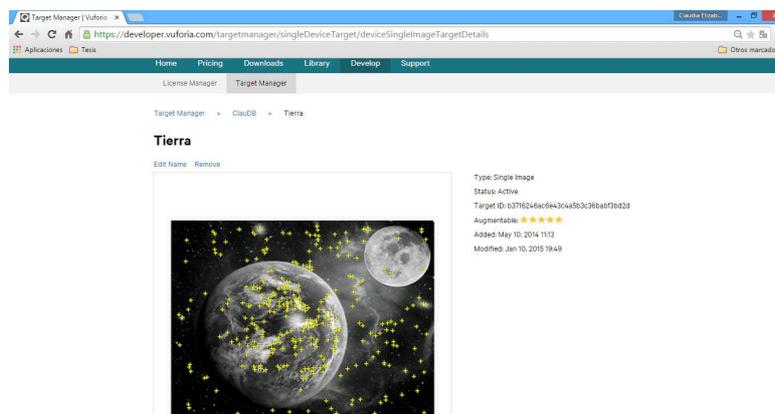


Figura 57: Patrones de Identificación del Target

- De la Figura 56 hacer clic en Download Dataset y se presenta una ventana en la que se debe seleccionar Unity Editor como plataforma de desarrollo (Ver Figura 58).

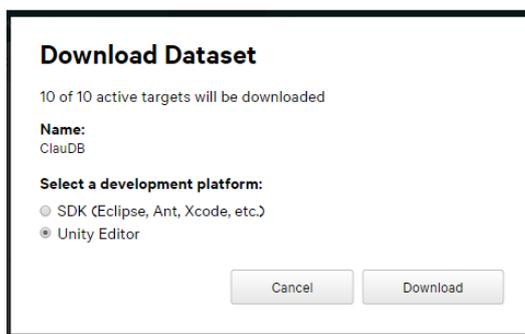


Figura 58: Ventana de Descarga Base de Datos Vuforia

- El paquete descargado ClauDB.unitypackage (Ver Figura 59) se importa a la carpeta Assets del proyecto en Unity 3D, a través de la opción Assets / Import Package / Custom Package o arrastrando el paquete a la carpeta Assets.

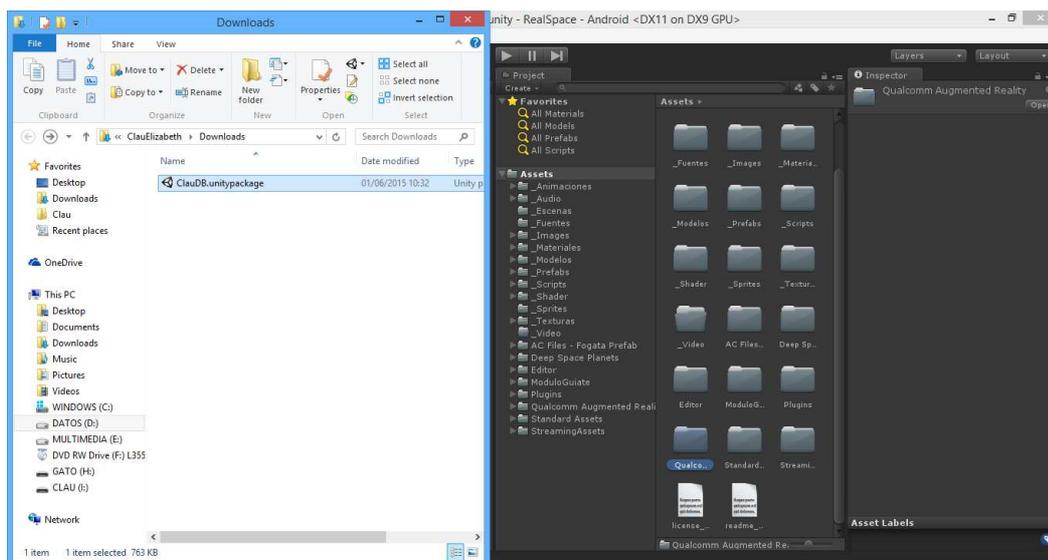


Figura 59: Importación en Unity de Base de Datos Vuforia

4.4 Diseño del Paquete de Íconos

Para el diseño del paquete de íconos de la aplicación se utilizó **Adobe Flash CC** con licencia de 30 días en el período de prueba. En esta herramienta se realizó lo siguiente:

- Distribución por capas de la imagen de cada ícono. Por ejemplo: en la Figura 60 se indica las capas (esfera, marco y sombra, cráteres, ícono) del diseño de la imagen del ícono del audio (Ver Figura 61).

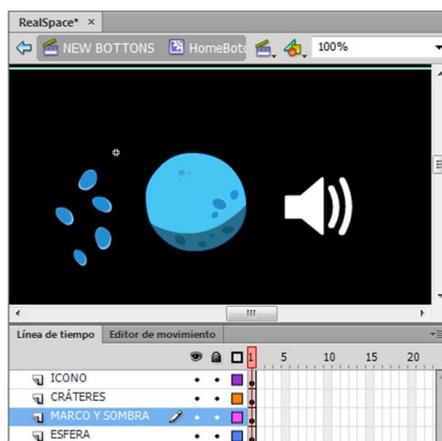


Figura 60: Diseño del Ícono de Audio

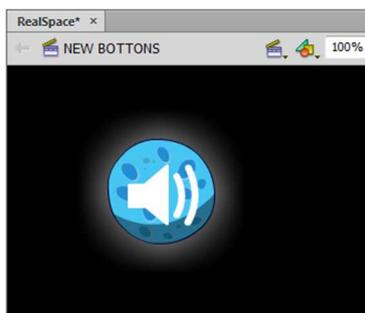


Figura 61: Ícono de Audio

- Cada imagen final (Ver Figura 61) se agrupa en una única imagen, a esto se denomina sprite (Ver Figura 62) y se procede a exportar el archivo en formato .png.

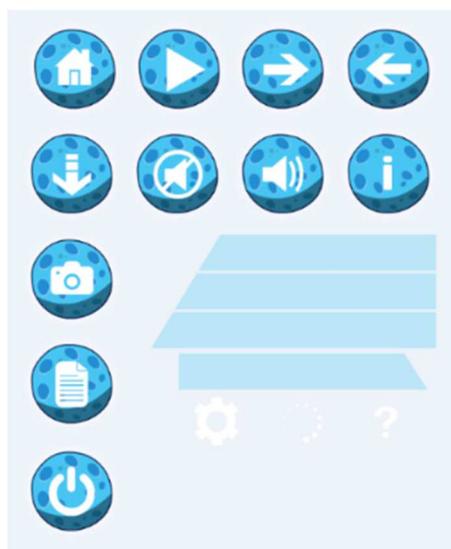


Figura 62: Sprite de Íconos de la Aplicación

- Se importa en Unity arrastrando el sprite en la carpeta `_Images`, el cual se configura con el tipo de textura `Sprite (2D \ uGUI)`, modo múltiple porque se tiene íconos en varias filas y columnas, píxeles por unidad a 800 (recomendado por Unity), se calibra el tamaño y el formato a 4096 y Trucolor respectivamente (Ver Figura 63).



Figura 63: Configuración de Sprite en Unity

4.5 Técnicas de Inteligencia Artificial

La aplicación “Real Space” maneja técnicas de Inteligencia Artificial en las escenas de Evaluación y Biblioteca Interactiva como se describe a continuación:

- **Heurísticas.-** Esta técnica se usó para la automatización de la generación y calificación del sistema de evaluación de la aplicación, ya que al ser aleatoria, no es posible mantener los resultados en forma iterativa o almacenada en un arreglo. Es por ello que se desarrolló un algoritmo de heurística, construido de acuerdo al dominio de Bloom con cinco niveles de aprendizaje (1. Conocimiento, 2. Comprensión, 3. Aplicación, 4. Análisis y 5. Síntesis) (Churches, 2009). Este algoritmo toma como patrón de entrada un ID único que posee cada pregunta, la cual la relaciona al nivel de aprendizaje al que pertenece y llama al conjunto de respuestas, entre ellas a la respuesta correcta. De esta forma la heurística garantiza la automatización del sistema de prueba de la aplicación, presentando tres preguntas con sus opciones de respuestas de cada nivel de aprendizaje en forma aleatoria.
- **Redes Neuronales Asociativas.-** Esta técnica viene incluida en el SDK de Vuforia en forma de algoritmo, el cual a través de la imagen entrena una matriz con un patrón único para cada planeta ([Ver Figura 57](#)), es por esta razón que las imágenes requieren un diseño complejo para evitar que este algoritmo confunda las matrices y muestre planetas incorrectos.

Este algoritmo se usa desde el entorno de desarrollo de Unity para generar las mallas de cada imagen. Estas son utilizadas por el Tracker de Vuforia para ser comparadas secuencialmente por una malla generada en tiempo de ejecución mediante los frames de la cámara del dispositivo. El propósito de activar el componente de renderizado del

planeta es para dar vida a la RA cuando encuentre el patrón almacenado.

4.6 Pruebas de la Aplicación

Aunque la metodología OOHDM no sugiere que deban hacerse pruebas como un paso posterior sino que lo propone como parte del desarrollo, es necesario contar con un control de calidad que asegure concordancia entre los casos de uso y la aplicación. Es por esta razón que se ha tomado el proceso de pruebas orientado a aplicaciones Web, propuestas por Roger Pressman en su libro Ingeniería del Software (Pressman, 2006), sexta edición (Ver Figura 64).

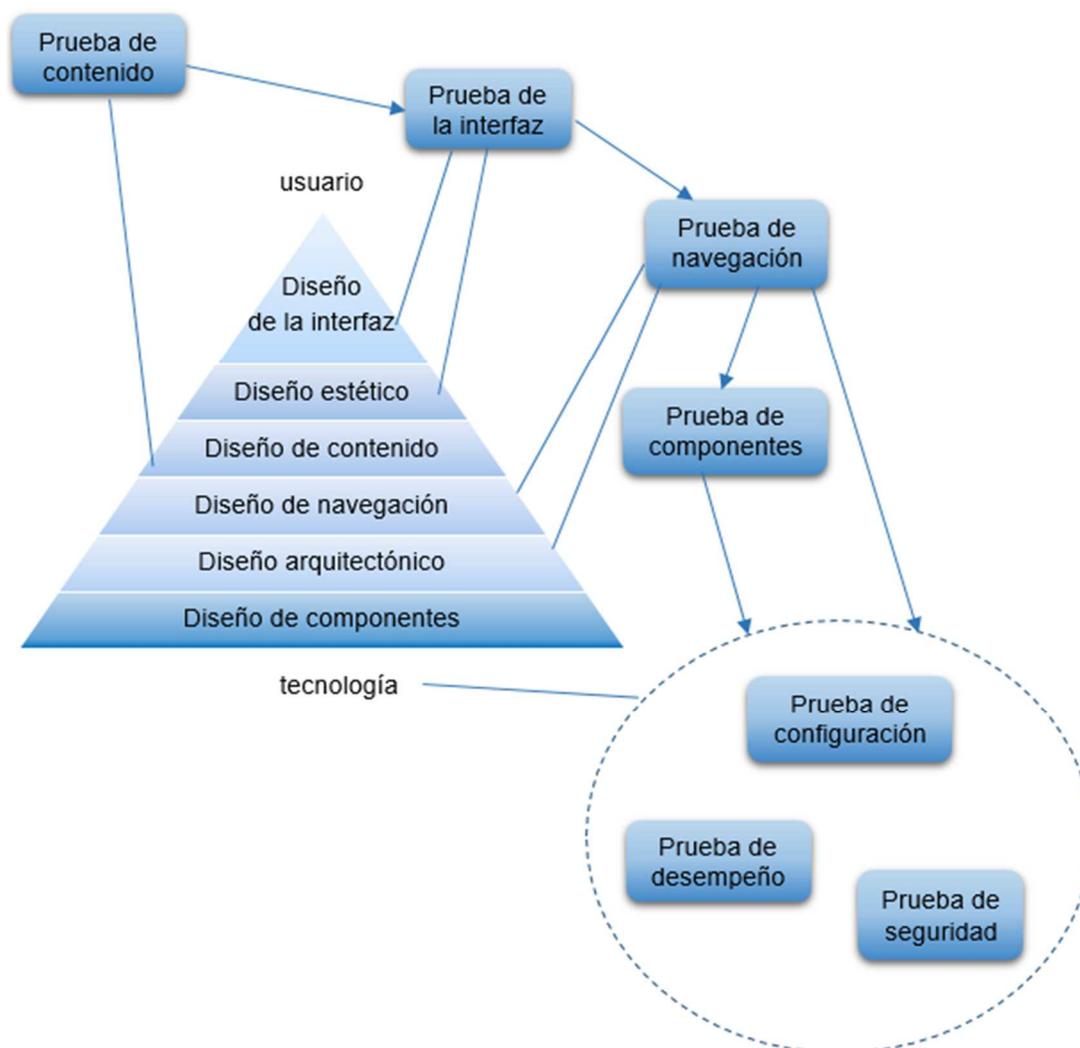


Figura 64: Proceso de Prueba

Fuente: (Pressman, 2006)

4.6.1 Prueba de Contenido

Se ha realizado esta prueba mediante la técnica de la observación y la lectura, por lo que en la Tabla 17 se indica los errores encontrados con su solución:

Tabla 17

Prueba de Contenido

	Error	Solución
Sintáctico	<ul style="list-style-type: none"> • Paneta en una de las opciones de respuesta de la escena de evaluación. 	<ul style="list-style-type: none"> • Modificar por la palabra planeta.
	<ul style="list-style-type: none"> • Falta de signo de interrogación al inicio de la pregunta en la escena "Evalúate" 	<ul style="list-style-type: none"> • Colocar signo de interrogación.
Semántico	<ul style="list-style-type: none"> • La información del planeta Tierra, se encontró descrito en el planeta Júpiter. 	<ul style="list-style-type: none"> • Colocar la información correcta del planeta Júpiter.
Estructura	<ul style="list-style-type: none"> • No se encontró 	

4.6.2 Prueba de la Interfaz del Usuario

Esta prueba se realizó con el objetivo de asegurar las reglas de la estética, el diseño y el contenido, por lo que se ha tomado en cuenta a varios niños, los cuales encontraron lo siguiente que se muestra en la Tabla 18:

Tabla 18

Prueba de Interfaz de Usuario

	Error	Solución
Escenas Dinámicas	<ul style="list-style-type: none"> • El puntaje de la escena de evaluación se presenta con un valor entero, a pesar de que este se declaró como tipo de dato flotante. 	<ul style="list-style-type: none"> • Utilizar la clase "Math.Round" con dos decimales, de la siguiente manera: System.Math.Round(Val,2); <p style="text-align: right;">CONTINÚA →</p>

	<ul style="list-style-type: none"> La escena “InfoPlanet” finaliza la aplicación debido al gran tamaño de los archivos de audio. 	<ul style="list-style-type: none"> Renderizar todos los archivos de audio .wap a .mp3.
Despliegue	<ul style="list-style-type: none"> No se visualiza el planeta Mercurio, Venus y Júpiter en RA. El despliegue de la información y la imagen del planeta en algunos dispositivos móviles se observa que sobresalen de la pantalla. 	<ul style="list-style-type: none"> Modificar el diseño de los targets de los planetas Mercurio, Venus y Júpiter para una mejor identificación del patrón y así desplegar en RA. Se agregó el script “AspectUtility” para que se acople a cualquier resolución de pantalla de diferentes dispositivos móviles.
Interactividad	<ul style="list-style-type: none"> No se encontró. 	
Legibilidad	<ul style="list-style-type: none"> No se encontró. 	
Estética	<ul style="list-style-type: none"> No se encontró. 	

4.6.3 Prueba de Navegación

En la Tabla 19 se indica la realización de esta prueba, en la que se comparó la aplicación con el diseño de navegación (Ver Figura 25) y casos de uso (Ver Figura 19) para verificar que existan los vínculos necesarios con su correcto funcionamiento de acceder al objeto requerido. Se han identificado los siguientes errores:

Tabla 19

Prueba de Navegación

	Error	Solución
CU RF_01	<ul style="list-style-type: none"> Al ingresar a la escena “Guíate” se observa la escena de Biblioteca Interactiva. 	<ul style="list-style-type: none"> Modificar el código en el script para llamar a la escena correcta.
CU RF_03 y CU RF_05	<ul style="list-style-type: none"> Al ingresar a las escenas “Inicia Ya” y “Evalúate” se demora la carga de las mismas. 	<ul style="list-style-type: none"> Se aumentó la escena auxiliar para que en segundo plano cargue todos los componentes necesarios de las escenas.

4.6.4 Prueba de Componentes

4.6.4.1 Prueba de Configuración

Se ha comprobado que el archivo ejecutable de la aplicación (.apk) permita instalar en cualquier dispositivo móvil con Sistema Operativo Android 4.0.

4.6.4.2 Prueba de Desempeño

Se ha realizado esta prueba en diferentes dispositivos móviles con distintas capacidades de hardware y se ha comprobado lo siguiente:

- El nivel de FPS (Frames per Second) se mantiene inferior a los 30fps (nivel recomendado para cualquier aplicación móvil).
- La renderización de las imágenes de los planetas fue un tiempo menor a 8 segundos.

4.6.4.3 Prueba de Seguridad

No se ha realizado esta prueba porque cualquier persona puede acceder a la aplicación, instalando en su dispositivo móvil con SO Android desde 4.0 y es por esta razón que no se ha implementado ningún sistema de seguridad.

4.7 Evaluación de Resultados

Para demostrar un mejor aprendizaje con las tecnologías Realidad Aumentada y Realidad Virtual se ha tomado una población de 63 estudiantes, distribuidos 33 niños en el paralelo A y 30 niños en el paralelo B, de los cuales se ha seleccionado como muestra los niños del paralelo A del cuarto año de Educación General Básica de la Unidad Educativa Saint Dominic.

Para la comparación de un proceso de aprendizaje tradicional con un proceso de aprendizaje con un software educativo, se ha tomado a la muestra una Pre Prueba Escrita, ésta después del aprendizaje con la maestra y la Post Prueba Software, después de un proceso de aprendizaje con la aplicación “Real Space”. En la Figura 65 se observa:

- **Pre Prueba Escrita.**- Prueba realizada a los niños después del aprendizaje con la maestra con el aprendizaje tradicional ([Ver Anexo 2](#)).
- **Post Prueba Software.**- Prueba realizada a los niños después del proceso aprendizaje con tecnología de Realidad Aumentada y Realidad Virtual ([Ver Anexo 1](#)).

Pre Prueba Escrita	Recurso Metodológico "Real Space"				Post Prueba Software
	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	
Rendimiento de Estudiantes	- Conocimiento - Comprensión	Aplicación	Análisis	Síntesis Pos Prueba	Rendimiento de Estudiantes
Niveles de Aprendizaje de Bloom					

Figura 65: Planificación del Proceso de Aprendizaje y Evaluación

La Pre Prueba Escrita y la Post Prueba Software se realizaron de acuerdo a la malla curricular de Estudios Sociales del Ministerio de Educación del Ecuador, junto con los dominios cognitivos de Bloom (Niveles de Aprendizaje) (Ver Tabla 20).

Tabla 20

Objetivo de la Evaluación

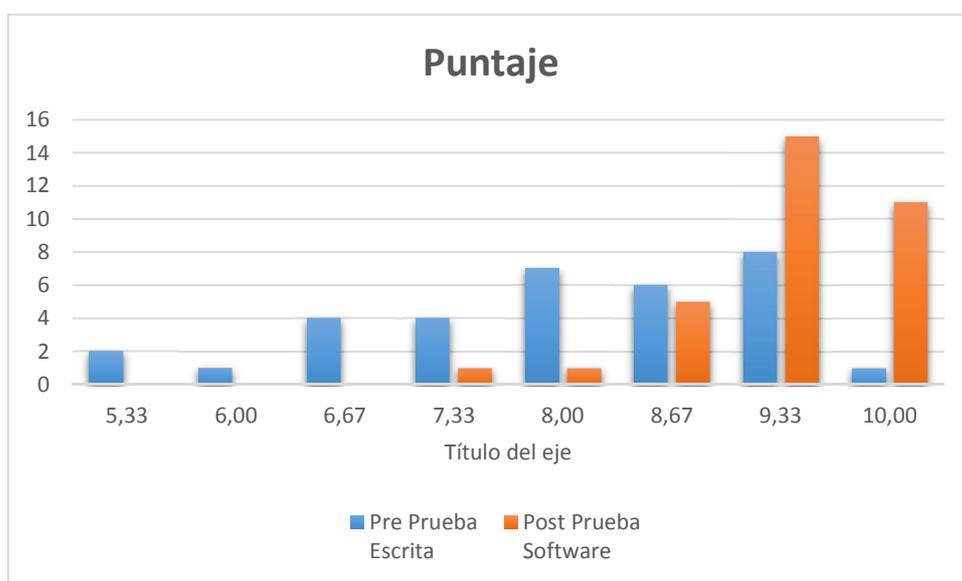
Eje curricular integrador Comprender el mundo en que vivimos y la identidad ecuatoriana		
Ejes de aprendizaje Buen vivir, identidad local y nacional		
MACRODESTREZAS:		
<ul style="list-style-type: none"> • Ubicación espacial. • Ubicación temporal. • Obtención y asimilación de información. • Interrelación social. • Aplicación creativa de conocimientos. 		
Bloque Curricular	Destrezas	DOMINIOS BLOOM
El mundo en el que vivimos	Conocer el Sol y cada uno de los planetas que forman el Sistema Solar.	Conocimiento
	Describir cómo está conformado el Sistema Solar a través de la identificación y caracterización de cada uno de los planetas.	Comprensión
	Utilizar las imágenes para observar las características de cada uno de los planetas del Sistema Solar.	Aplicación
	Analizar la importancia de la estrella "El Sol".	Análisis
	Concluir que el planeta Tierra es como un mundo vivo dentro del Sistema Solar en comparación con el resto de planetas.	Síntesis

En la Tabla 21 y Figura 66 se observa que en la Post Prueba Software ya no existen calificaciones menores a 7,33 y que hay más niños con puntaje de 10 sobre 10.

Tabla 21

Puntaje Pre Prueba Escrita y Post Prueba Software

Puntaje	Pre Prueba Escrita	Post Prueba Software
	Niños	
5,33	2	0
6,00	1	0
6,67	4	0
7,33	4	1
8,00	7	1
8,67	6	5
9,33	8	15
10,00	1	11
Total Niños	33	33

**Figura 66: Comparación Puntaje Software**

En la Figura 67 y Tabla 22 se observa que en la Pre Prueba Escrita existen más respuestas incorrectas en los niveles de aprendizaje de conocimiento, aplicación y análisis que en la Post Prueba Software que hay pocas respuestas incorrectas, encontrándolas más en el nivel de aprendizaje de análisis.

Tabla 22

Respuestas Incorrectas en Niveles Aprendizaje

Niveles de Bloom	Pre Prueba Escrita	Post Prueba Software
	Total Incorrectas	Total Incorrectas
Conocimiento	26	2
Comprensión	16	2
Aplicación	23	11
Análisis	23	16
Síntesis	7	1

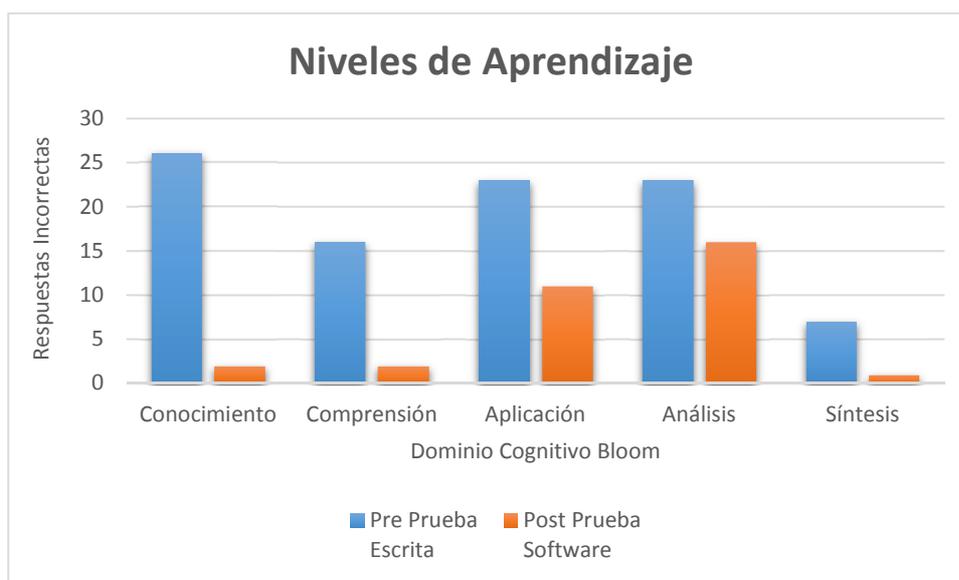


Figura 67: Comparación Niveles Aprendizaje

Después de estas pruebas se ha concluido que las calificaciones de los niños han mejorado significativamente luego del proceso de aprendizaje con la aplicación. Los resultados muestran que este software ayudó a estimular las macrodestrezas (ubicación espacial, ubicación temporal, obtención y asimilación de información, interrelación social, aplicación creativa de conocimientos) en los niños, mejorando el proceso de aprendizaje con un

ambiente lúdico, colaborativo e interactivo, relacionado con las habilidades intelectuales de los mismos como indica Vygostky y Bruner.

Se ha logrado comprobar la hipótesis de que el proceso de enseñanza aprendizaje basado en aplicaciones de software interactivo, multimedial, adaptativo, basado en Realidad Virtual y Realidad Aumentada estimula el aprendizaje en niños de 4to año de Educación General Básica, comparado con los sistemas tradicionales.

CAPÍTULO 5

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

Este proyecto se enfocó en encontrar alternativas para un mejor proceso de aprendizaje en los niños de cuarto año de Educación General Básica, para ello mediante la metodología OOHDM, se desarrolló un software educativo con tecnologías de RA, RV y técnicas de IA.

La metodología OOHDM con UML, aunque haya sido creada para sitios web, se la utilizó porque brinda gran importancia al diseño de navegación, el cual es requerido en una aplicación móvil para que sea interactiva, funcional y atractiva.

La RA, RV y técnicas de IA se las creó en la herramienta Unity porque permite reutilizar el código, tiene librerías para renderizado de imágenes, manejo de física básica, colisiones entre objetos, facilitando el desarrollo de juegos y experiencias interactivas 3D y 2D multiplataforma.

La nitidez de las imágenes que existe en la aplicación se las diseñó en Adobe Photoshop CC y Flash CC para obtener imágenes con mayor detalle y un buen manejo de pixelación; necesarias para crear los patrones de identificación en Vuforia. Ésta facilitó el acceso a los elementos integrados en los dispositivos móviles para la interacción entre el mundo real y virtual.

Las técnicas de Inteligencia Artificial ayudaron a integrar la teoría de Dominio Cognitivo Bloom con la malla curricular del Ministerio de Educación del Ecuador en la escena de Evaluación, lo que conllevó a que el software educativo estimule las macrodestrezas en los niños, mejorando su proceso de aprendizaje.

Los resultados de la Pre Prueba y Post Prueba indican que con la aplicación “Real Space”, los niños obtuvieron mejores calificaciones, en las cuales en su mayoría fallaron en una pregunta de análisis, razón por la cual se comprueba la hipótesis.

5.2 Recomendaciones

Usar las pruebas que indica Pressman para aplicaciones Web, ya que la metodología OOHDM no presenta una Fase de Pruebas, importante para el control de calidad del software.

Configurar el SDK de Android en Unity antes de iniciar el proyecto, para que permita compilar directamente en el dispositivo sin tener que crear el .apk localmente, de esta forma se ahorra tiempo al realizar las pruebas de la aplicación.

Utilizar en el motor de videojuegos Unity una programación óptima y renderizar todos los archivos multimedia (imágenes, texturas, video, audio, etc.) para que no afecte en el rendimiento de la aplicación, ya que los dispositivos móviles cuentan con un limitado hardware.

Encontrar plugins alternativos para agregar video en la aplicación móvil, ya que la plataforma Android no identifica algunas líneas de comando de video.

Utilizar un script “AspectUtility” para obtener un formato responsivo que permita controlar la relación de aspecto para la visualización de la aplicación en cualquier dispositivo sin importar el tamaño de la pantalla.

Utilizar las herramientas de este proyecto porque ahorran tiempo, dinero y facilitan la creación de atractivos videojuegos en 3D.

Enseñar a los estudiantes, usando tecnologías que creen un ambiente lúdico para que el niño(a) aprenda jugando.

REFERENCIAS

- Adarve Producciones SL, Banco Audiovisual, Videoteca Valencia . (s.f.). *La Realidad Aumentada: un nuevo prisma para ver el mundo*. Obtenido de http://www.adarveproducciones.com/uploads/ficha/fichero/APLICACIONES%20DE%20LA%20REALIDAD%20AUMENTADA_124.pdf
- AR SOFT. (s.f.). Obtenido de <http://www.arsoft-company.com/es/turismo/>
- Avellaneda, A., Squitieri, A., & Ciulla, G. (s.f.). *Tecnología Móvil*. Obtenido de <https://sites.google.com/site/tecnologiamovil12aag/-que-es-un-sistema-operativopor>
- Axland. (s.f.). Obtenido de <http://es.slideshare.net/axland/realidad-aumentada-y-realidad-virtual>
- Basogain, X., Olabe, M., Espinosa, K., Rouche, C., & Olabe, J. (s.f.). Obtenido de http://www.anobium.es/docs/gc_fichas/doc/6CFJNSalrt.pdf
- Berzal, F. (s.f.). *Introducción a la Informática*. Obtenido de <http://elvex.ugr.es/decsai/JAVA/pdf/1A-intro.pdf>
- Bienetec. (s.f.). *AR-Books.com Augmented Reality Books*. Obtenido de <http://www.ar-books.com/interior.php?contenido=nosotros.php>
- Canela Mayra, F. S. (s.f.). *Aplicaciones de Realidad Aumentada como apoyo a la Educación en Niños con Hiperactividad*. Obtenido de <http://www.slideshare.net/conlili31/realidad-aumentada-7177272>
- Canela Mayra, F. S. (s.f.). *Aplicaciones de Realidad Aumentada como apoyo a la Educación en Niños con Hiperactividad*.
- Carrillo Ramos, A. (s.f.). *eumed.net*. Obtenido de <http://www.eumed.net/libros-gratis/2009c/587/Metodologias%20y%20Tecnologias%20Actuales%20para%20la%20construccion%20de%20Sistemas%20Multimedia.htm>
- Churches, A. (2009). Taxonomía de Bloom para la Era Digital. *Eduteka*.
- Conde, R. (2014). *about.com*. Obtenido de <http://celulares.about.com/od/Smartphones/tp/Principales-Fabricantes-De-Telefonos-Celulares-En-El-Mundo.htm>

- Cruz Yoris, A. (14 de 01 de 2014). *DesarrolloLibre*. Obtenido de http://www.desarrollolibre.net/blog/tema/73/android/realidad-aumentada-con-vuforia#.VQnvDI6G_0w
- Cuello, J. S., & Vitone, J. (s.f.). *Diseño apps para móviles*. Obtenido de <http://www.appdesignbook.com/es/contenidos/las-aplicaciones/>
- Dartcom-03, S.L. (23 de 01 de 2015). *DartCom-03, S.L. - La Empresa de Diseño Web Diferente*. Obtenido de <http://www.dartcom-03.com/noticias/e-commerce/probador-virtual-para-comprar-ropa-online/>
- Dimaggio, M. (13 de 03 de 2013). *4RBLOG*. Obtenido de <http://www.4rsoluciones.com/que-es-un-kit-de-desarrollo-de-software-sdk/>
- Docsetools. (s.f.). *Docsetools*. Obtenido de http://docsetools.com/articulos-noticias-consejos/article_126608.html
- EcuRed*. (s.f.). Obtenido de http://www.ecured.cu/index.php/Gr%C3%A1ficos_3D_por_computadora
- ECURED. (s.f.). Obtenido de http://www.ecured.cu/index.php/Ingenier%C3%ADa_del_Software
- EL TIEMPO. (s.f.). *EL TIEMPO.com*. Obtenido de <http://www.eltiempo.com/archivo/documento/CMS-13521495>
- Escolano Ruíz, F., Cazorla Quevedo, M., Galapienso Alfonso, M., Colomina Pardo, O., & Lozano Ortega, M. (s.f.). *Inteligencia Artificial, Modelos, Técnicas y Áreas de Aplicación*.
- Fundación Telefónica. (2011). Obtenido de <http://www.realidadaugmentada-fundaciontelefonica.com/realidad-aumentada.pdf>
- Gómez Pérez, A., & Montes Gracia, C. (1997). Enseñanza de Inteligencia Artificial e Ingeniería del Conocimiento. *Revista Iberoamericana de Inteligencia Artificial*. Obtenido de *Revista Iberoamericana de Inteligencia Artificial*.

- Gross, M. (17 de 04 de 2013). *Pensamiento Imaginactivo*. Obtenido de <http://manuelgross.bligoo.com/20130219-el-panorama-de-los-6-principales-sistemas-operativos-moviles-en-2013>
- Guinot, E. (2015). *Diseño y desarrollo de un videojuego en Unity 3D*. Obtenido de <https://riunet.upv.es/handle/10251/48367>
- IEEE. (1993).
- Ierache, J., Igarza, S., & Nahuel, A. M. (Octubre de 2014). *Realidad Aumentada (RA) en el contexto de usuarios finales*. Obtenido de <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/41253>
- León Espinosa, M., & García Valdivia, Z. (2008). La Inteligencia Artificial en la Informática. *Revista de Informática Educativa y Medios Audiovisuales*.
- Mantilla Yáñez, D. A., & Santos Castillo, A. C. (03 de 2007). Obtenido de <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/1359/1/CD-0793.pdf>
- Marín, E. (s.f.). *hipertextual*. Obtenido de <http://hipertextual.com/2014/10/realidad-aumentada>
- Marqués, P. (1996). El software educativo. *Comunicación educativa y Nuevas Tecnologías*.
- Martínez López, Y., & Falcón Martínez, R. (2013). Métodos de búsqueda para la configuración de redes neuronales asociativas. *Revista Cubana de Ciencias Informáticas*.
- neotheone. (24 de 08 de 2010). *hipertextual*. Obtenido de <http://hipertextual.com/archivo/2010/08/ios-sdk-vs-android-sdk-i/>
- Pinto Moreno, I. A. (2011). *pintojairo*. Obtenido de <https://pintojairo.wordpress.com/about/>
- Pressman, R. (2006). *Ingeniería del Software*. Sexta Edición.
- Prieto, F. P. (s.f.). *Uso educativo de las TIC*. Obtenido de <http://canaltic.com/blog/?p=1859>
- Ramos Cruz, C. (s.f.). *Heurística*.
- Real Academia Española. (2015). Obtenido de <http://www.rae.es/>
- realidad virtual.com*. (s.f.). Obtenido de <http://www.realidadvirtual.com/realidad-aumentada/>

- Russell, S., & Norvig, P. (s.f.). *INTELIGENCIA ARTIFICIAL UN ENFOQUE MODERNO*.
- Sánchez, N. (s.f.). Obtenido de <http://www.taringa.net/ns19021997>
- Santillán Romero, P. (2014). *Guía metodológica de modelado y animación 3D para mundos virtuales interactivos*. Obtenido de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/3332>
- Schwabe, D., & Rossi, G. (1998). *Developing Hypermedia Applications using OOHDM*.
- TECH4TEACHER. (s.f.). Obtenido de <https://tech4teacher.wordpress.com/tag/zooburst/>
- Tiching. (s.f.). *El Blog de Educación y TIC*. Obtenido de <http://blog.tiching.com/realidad-aumentada-la-educacion-del-futuro-ya-esta-presente/>
- Unity. (s.f.). *Unity*. Obtenido de <https://unity3d.com/es>
- Vilchez, Á., & Vilchez, J. (2015). *ConfigurarEquipos.com*. Obtenido de <http://www.configurarequipos.com/tag-gafas-de-realidad-aumentada-0.html>
- WordReference.com. (2015). *WordReference.com*. Obtenido de <http://www.wordreference.com/definicion/>
- X. Basogain, M. O. (s.f.). *Realidad Aumentada en la Educación: una tecnología emergente*. Obtenido de <http://informatica-educativa-siglo21.wikispaces.com/file/view/Realidad%20Aumentada%20en%20educacion.pdf/186210171/Realidad%20Aumentada%20en%20educacion.pdf>

HOJA DE LEGALIZACIÓN DE FIRMAS

ELABORADO POR



Arcos Obando Claudia Elizabeth

DIRECTOR DE LA CARRERA



ING. MAURICIO CAMPANA

Sangoquí, Julio del 2015